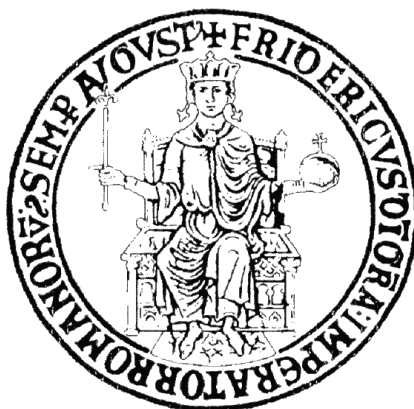


# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

DIPARTIMENTO DI GIURISPRUDENZA



TESI DI DOTTORATO DI RICERCA

IN

“DIRITTI UMANI. TEORIA, STORIA E PRASSI”

XXX CICLO

## LA PROVA DEL DNA

**Relatore**

Ch.ma Prof.ssa Clelia Iasevoli

**Candidato**

Dott.ssa Chiara Naimoli

**Coordinatore**

Ch.mo Sergio Moccia

Anno accademico 2016/2017

## INDICE

INTRODUZIONE .....	» pag. 7
--------------------	----------

### PARTE I

#### INQUADRAMENTO NORMATIVO

#### RACCOLTA E PRELIEVO DEL MATERIALE BIOLOGICO

<i>Premessa</i> .....	» pag. 12
-----------------------	-----------

### CAPITOLO I

#### RICERCA E RACCOLTA DEL MATERIALE BIOLOGICO

1. <i>Sopralluogo giudiziario</i> .....	» pag. 14
2. <i>Accertamenti e rilievi</i> .....	» pag. 17
2.1. <i>Raccolta di materiale organico: rilievo o accertamento?</i> .....	» pag. 19
2.2. <i>Verso un superamento della distinzione e necessità di prevedere garanzie difensive: una questione di legittimità costituzionale</i> .....	» pag. 23
3. <i>La catena di custodi</i> .....	» pag. 27
4. <i>Prospettive de jure condendo a tutela del diritto di difesa e dell'attendibilità dell'analisi genetica</i> .....	» pag. 34

### CAPITOLO II

#### PRELIEVO DI MATERIALE BIOLOGICO

1. <i>Prelievo di materiale biologico e consenso dell'interessato</i> .....	» pag. 41
2. <i>Prelievo di materiale biologico e inviolabilità della libertà personale</i> .....	» pag. 43
3. <i>Le elaborazioni della Corte Costituzionale tra tutela della libertà e accertamenti coattivi</i> .....	» pag. 46
4. <i>Il prelievo coattivo a fini identificativi</i> .....	» pag. 50
5. <i>Prelievo a fini investigativi</i> .....	» pag. 53
5.1. <i>La nuova ipotesi di prelievo coattivo a fini investigativi ad opera della L. n. 41 del 2016</i> .....	» pag. 58
6. <i>Prelievo a fini peritali</i> .....	» pag. 59
7. <i>Il prelievo "istituzionale"</i> .....	» pag. 63
8. <i>Prelievo e tipizzazione del profilo del DNA nel caso di denuncia di persone scomparse e nel caso di rinvenimento di cadaveri e resti cadaverici non indentificati</i> .....	» pag. 65

### CAPITOLO III

#### LA BANCA DATI DNA

1. <i>I dati genetici</i> .....	» pag. 67
---------------------------------	-----------

2. Il quadro normativo prima della L. 85 del 2009.....»	pag. 70
3. L'istituzione della Banca Dati DNA.....»	pag. 71
4. Il decreto di attuazione della Banca dati del DNA.....»	pag. 75

## PARTE II

### INQUADRAMENTO SCIENTIFICO

#### ANALISI DEL DNA

Premessa.....»	pag. 79
----------------	---------

### CAPITOLO I

#### ELEMENTI DI GENETICA

1. Cenni di biologia e genetica.....»	pag. 81
2. L'RNA.....»	pag. 82
3. Il DNA nucleare.....»	pag. 82
3.1. I cromosomi.....»	pag. 83
3.1.1. Il cromosoma Y.....»	pag. 85
4. Il DNA mitocondriale .....	» pag. 86

### CAPITOLO II

#### LA VARIABILITA' DEL DNA

1. DNA codificante e non codificante.....»	pag. 88
2. Lo studio della variabilità individuale prima del DNA.....»	pag. 89
3. I poliformismi del DNA.....»	pag. 90
3.1. I poliformismi di sequenza.....»	pag. 92
3.1.1. I poliformismi a singolo nucleotide.....»	pag. 93
3.2. I poliformismi di lunghezza .....	» pag. 95
3.2.1. I poliformismi minisatellite.....»	pag. 95
3.2.2. Poliformismi microsatelliti.....»	pag. 96
4. Mutazione allelica.....»	pag. 98
5. Nomenclatura dei poliformismi microsatelliti.....»	pag. 99
6. I sistemi CODIS.....»	pag. 100
7. I marcatori genetici aploidi.....»	pag. 101
7.1. I poliformismi del cromosoma x.....»	pag. 102
7.2. I poliformismi del cromosoma y.....»	pag. 103
8. Poliformismi del Dna mitocondriale.....»	pag. 106

### CAPITOLO III

#### METODOLOGIA ANALITICA

#### FASI CHE PRECEDONO L'ANALISI DEL DNA

1. Fasi che precedono l'analisi del DNA.....»	pag. 109
2. Il sopralluogo.....»	pag. 109
3. Repertazione e conservazione.....»	pag. 111
4. Laboratorio di genetica forense.....»	pag. 115
5. Fase descrittiva. Osservazione e descrizione.....»	pag. 115
5.1. Catalogazione.....»	pag. 116
5.2. I rilievi fotografici .....	pag. 116
6. Prelievi e campionature.....»	pag. 117
7. Diagnosi di genere e di specie.....»	pag. 117

## CAPITOLO IV

### ANALISI DEL DNA: LE SINGOLE FASI

1. Estrazione del DNA.....»	pag. 120
1.1 Estrazione differenziale, manuale e automatizzata .....	pag. 121
1.2. L' influenza del substrato.....»	pag. 123
2. Quantificazione.....»	pag. 125
3. Real-Time PCR.....»	pag. 126
4. Amplificazione.....»	pag. 129
5. Elettroforesi .....	pag. 132
5.1. Le soglie interpretative.....»	pag. 134
5.2. Ladder allelici.....»	pag. 135
6. Interpretazione dei risultati .....	pag. 136
7. Analisi dei marcatori .....	pag. 137
7.1. Y-STR e X-STR.....»	pag. 139
8. Il DNA mitocondriale.....»	pag. 140

## CAPITOLO V

### LIMITI SCIENTIFICI

1. Profili genetici complessi.....»	pag. 142
1.1. Problemi legati all'uso di microsatelliti: gli artefatti di analisi .....	pag. 144
1.2. Microvarianti e alleli off-ladder.....»	pag. 145
1.3. Loci tri-allelici.....»	pag. 145
1.4. Allele drop-out e alleli nulli.....»	pag. 145
1.5. Mutazioni.....»	pag. 146
1.6. DNA degradato.....»	pag. 147
1.7. Inibizione.....»	pag. 148
2. DNA con basso numero di copie.....»	pag. 149
3. Profili misti .....	pag. 151
3.1. Ipotesi di trasferimento; il DNA touch .....	pag. 153

## CAPITOLO VI

### ANALISI STATISTICA

1. Statistica e genetica: l'ereditarietà mendeliana .....	» pag. 158
2. Probabilità. Brevi nozioni generali.....	» pag. 159
2.1. L'approccio per esclusione .....	» pag. 161
2.2. Stime per i marcatori di lineage.....	» pag. 163
2.3. Rapporto di verosimiglianza .....	» pag. 164
2.3.1. Dal rapporto di verosimiglianza al calcolo delle probabilità: l'approccio Bayesiano...	» pag. 166
3. L'interpretazione delle tracce miste.....	» pag. 169
4. I metodi di interpretazione di profili complessi.....	» pag. 171
4.1. RMNE, soggetto a caso non escluso.....	» pag. 173
4.2. Il rapporto LR nelle tracce miste.....	» pag. 174
5. Indefinità del numero dei contributori.....	» pag. 175
6. Le probabilità a priori .....	» pag. 176
7. La comunicabilità del risultato dell'interpretazione.....	» pag. 177

### **PARTE III**

#### **LA PROVA DEL DNA NEL PROCESSO PENALE**

Premessa.....	» pag. 181
---------------	------------

#### **CAPITOLO I**

##### **LA FORMAZIONE DELLA PROVA SCIENTIFICA**

1. La scienza nel processo penale .....	» pag. 183
2. Giudice peritus peritorum. ....	» pag. 188
3. Dallo standard Frye ai criteri Daubert.....	» pag. 191
4. Ammissione della prova scientifica e giudizio di idoneità. ....	» pag. 195
4.1. Riflessi sull'indagine genetica.....	» pag. 202
4.2. Diritto all'ammissione della prova peritale. ....	» pag. 205
5. Acquisizione e contraddittorio. ....	» pag. 212

#### **CAPITOLO II**

##### **LA VALUTAZIONE DELLA PROVA DEL DNA**

1. 1. Valore probatorio degli esiti dell'indagine genetica: indizio o prova?.....	» pag. 218
2. Valutazione della prova scientifica .....	» pag. 221
2.1. Validità e affidabilità della prova scientifica.....	» pag. 222
2.2. Verificabilità e falsificabilità del metodo .....	» pag. 224
2.3. Il margine di errore.....	» pag. 227
2.3.1. Riflessi in ambito genetico: la contaminazione.....	» pag. 228
2.4. Identità e autorità del soggetto che gestisce la ricerca .....	» pag. 230
2.4.1. L'indipendenza dell'esperto.....	» pag. 231
2.5. Il consenso della comunità scientifica.....	» pag. 235

### CAPITOLO III

#### MODELLI PROBABILISTICI E RAGIONEVOLE DUBBIO

1. <i>La statistica nel processo</i> .....»	pag. 238
2. <i>Fallacie interpretative nella prova del DNA</i> .....»	pag. 241
3. <i>Il teorema di Bayes</i> .....	pag. 242
4. <i>Riflessi sul principio dell'al di là di ogni ragionevole dubbio</i> .....»	pag. 245
5. <i>Il principio dell'al di là di ogni ragionevole dubbio</i> .....»	pag. 247
5.1. <i>Ragionevole dubbio e falsificazione</i> .....»	pag. 251
6. <i>La prova del DNA oltre ogni ragionevole dubbio</i> .....»	pag. 254
BIBLIOGRAFIA.....»	pag. 258

## Introduzione

Se il diritto, quale complesso di enunciati normativi, ha la funzione di regolare i comportamenti, evidenziando la connotazione prescrittiva di questi; la scienza, quale complesso di enunciati scientifici, ha la funzione di spiegare i fenomeni, rilevando così la componente descrittiva di questi. Il primo ha una dimensione limitata, cammina entro confini definiti, e il motore della sua attività è il processo, teso all'accertamento della verità, per l'appunto, processuale; la seconda, invece, si muove in una prospettiva temporalmente illimitata ed è caratterizzata da un atteggiamento fallibilista teso alla ricerca della verità materiale<sup>1</sup>. Se il diritto si pone in una condizione "retrospettiva" che mira a risolvere casi particolari; la scienza, si pone in "prospettiva" mirando a risolvere casi generali<sup>2</sup>.

Le interazioni tra diritto e scienza sono molteplici, soprattutto sul versante processualpenalistico; numerose le volte in cui il diritto chiede aiuto alla scienza al fine di accertare i presupposti della sua applicazione, richiedere, cioè, di provare un determinato fatto attraverso l'ausilio della prova scientifica.

In verità, il processo si rivolge sempre più frequentemente alla scienza, perchè in grado di fornire risultati utili ai fini della ricostruzione del fatto contenuto nell'imputazione, tant'è che questa sempre più fitta collaborazione potrebbe condurre a quello che è stato definito un assottigliamento del senso comune<sup>3</sup>, inteso come bagaglio di conoscenze dell'uomo medio; ovvero, una sempre maggiore perplessità verso le massime di esperienza, rispetto alla – forse – minore problematicità delle leggi scientifiche.

A ben vedere il problema rimane, ed è avere a che fare con contenuti impregnati di scientificità che il giudice, soggetto a cui non compete di conoscerli, dovrebbe giudicare perchè da questi discendono determinate conseguenze giuridiche.

La complessità del linguaggio tecnico-scientifico potrebbe determinare una non comunicabilità tra saperi, invece necessaria per una efficiente interazione tra diritto e scienza, e in particolare tra processo e prova scientifica.

La prova, in quanto tale, necessita di un vaglio da parte del giudice, anche quando questa è racchiusa all'interno di risultati di natura tecnico-scientifica

---

<sup>1</sup> G. TUZET, *Filosofia della prova giuridica*, II ed., Torino, 2016, 49 s.; ivi si richiama S. HAACK, *Truth and Justice, Inquiry and Advocacy*, Science and Law, 2004, in *Ratio Juris*, 17.

<sup>2</sup> S. JASANOFF, *Just Evidence: The Limits Science in the Legal Process*, in *Jurnal of Law, Medicine & Ethics*, 2006, 34, 333.

<sup>3</sup> F. CAPRIOLI, *La scienza "cattiva maestra": le insidie della prova scientifica nel processo penale*, in *Cass. pen.*, 2008, 9, 3520B, 3521.

indecifrabile o impenetrabile. Ma allora, come può il giudice, in quanto non esperto, valutare criticamente il suo operato?

Del resto, il giudice che è chiamato a decidere ed argomentare razionalmente, se non riuscisse a comprendere ciò che la scienza gli offre, non si troverebbe forse a decidere e argomentare irrazionalmente?

Si rifletterà di questo paradosso, tentando di risolverlo invocando una matrice attuale dell'antico brocardo del giudice *peritus peritorum*, che si renda controllore, quest'ultimo, del corretto inserimento nella macchina processuale della verità scientifica, e del concreto discernimento tra buona e cattiva scienza.

Eppure, ci si chiede: è il giudice sempre all'altezza di questo arduo compito? Ossia, lo è in relazione ad una così delicata procedura scientifica come la prova del DNA?

E' solo un problema di *opacità*<sup>4</sup> della scienza in campo processuale; o è forse, soprattutto, un problema di legittimazione del giudizio? Il giudice dovrà essere messo in condizione di comprendere la questione scientifica e valutarne criticamente la procedura e gli esiti; perché l'alternativa sarà deferire il giudizio al responso degli esperti.

La rilevante potenzialità discriminativa e risolutiva che la prova del DNA ha assunto nel sistema processuale, così come agli occhi dell'opinione pubblica, impone di riflettere sul reale peso della stessa.

L'enfaticizzazione della forza dell'indagine genetica ha portato con sé l'effetto controproducente di stravolgere il relativo e reale valore che essa possiede, elevandola ad una prova di rango superiore, capace così di sciogliere tutti i nodi processuali.

Indiscusso è il dato di partenza, ossia una complessità in punto tecnico-scientifico dell'accertamento genetico, che si riflette sull'inquadramento giuridico dell'istituto; punto di partenza, questo, che è anche punto d'arrivo, essendo le tematiche estremamente intrecciate tra di loro, al punto che il giurista non può ignorare l'aspetto tecnico, ma entrare nel vivo della questione scientifica per comprenderne il relativo peso giuridico.

La ritenuta potenzialità della prova del DNA, sconta un effetto di mitizzazione del relativo risultato, che se in alcuni casi bisogna avere il coraggio di affermare; in altri – e non pochi – bisognerebbe avere, invece, la forza di rinnegare, senza per ciò solo lasciar passare un'idea di fallimento della scienza, quanto piuttosto di sua inevitabile fallibilità.

Fermi nell'opinione che il contesto giudiziario non dovrebbe mai risentire della influenza o del poco rassicurante clamore mediatico – ancor più se nell'opinione

---

<sup>4</sup> A. CANALE, *Norme opache*, 2010, dattiloscritto; in riferimento alle norme che sono intrise di nozioni scientifiche di cui il giudice o interprete può essere all'oscuro; Cfr. G. TUZET, *La filosofia della prova giuridica*, cit., 56 e 208.



pubblica è diffusa l'idea del DNA come prova regina –, si tenta di mettere in luce i rischi connessi a questo tipo di enfaticizzazione, che nella maggior parte dei casi dovrebbe richiedere una trasparenza, tanto in punto di potenzialità discriminativa dell'indagine, quanto in punto di relativi limiti alla stessa.

Riflettendo sull'indagine genetica, a partire dai primi momenti procedurali, si attraverserà tutto il successivo *iter* processuale, evidenziando ad ogni punto la particolarità della prova del DNA quale *species* di prova scientifica che, al pari di ogni altra prova, necessita di un accurato vaglio e di una attenta verifica all'interno di una seria dialettica tecnica e processuale.

Il lavoro di tesi si struttura in tre parti.

La prima parte si sofferma sull'inquadramento normativo, in riferimento alle tematiche della raccolta e del prelievo di materiale biologico, prospettando soluzioni *de jure condendo* che tengano conto della particolarità e complessità dell'indagine genetica e che si muovano nella direzione di apprestare opportune garanzie difensive.

Si porrà, l'attenzione sull'esigenza di un controllo di ogni attività posta in essere previamente all'analisi di laboratorio, perseguendo una logica di correttezza e genuinità delle operazioni che consenta una riproducibilità e affidabilità del risultato.

Si rifletterà sull'equilibrio normativo tra esigenze di accertamento e tutela dei diritti individuali, in tema di libertà personale e diritto alla riservatezza, alla luce della Legge istitutiva della Banca dati e del recente regolamento di attuazione, che disciplina per l'appunto, le modalità di funzionamento e di organizzazione della stessa.

La seconda parte si sofferma all'inquadramento scientifico dell'istituto. Al fine di comprendere il peso discriminativo della prova del DNA, risulta, infatti, necessario immergersi nell'analisi scientifica per studiare le complessità che questa alimenta, ed i limiti ad essa connessa.

Tale approfondimento, pur condotto da non addetti ai lavori, si pone come obiettivo quello di rendere partecipe il giurista delle certezze e dubbi che animano l'analisi del DNA: soltanto attraversando la disciplina in punto di metodologia analitica si potrà ben cogliere tutta la problematicità del tema.

Pertanto, la scelta di non tralasciare l'inquadramento scientifico, riflette la necessità che in settori così complessi, il rapporto tra scienza e processo penale non può che risolversi attraverso una commistione e interrelazione tra i due, che permetta una coerente ed efficiente fruibilità dei risultati della scienza ai fini dell'accertamento del fatto.

La terza parte si sofferma sulla complessità della valutazione della prova, alla luce delle problematiche emerse nella prima e nella seconda parte.

Partendo da un'ottica più ampia, ovvero il delicato rapporto tra scienza e processo penale, si affronterà il c.d. paradosso nella valutazione della prova scientifica, che non può che risolversi all'interno delle diverse scansioni processuali, ossia nel

concreto dipanarsi della dialettica processuale sin dalla fase di ammissione e per la successiva fase di acquisizione.

Il discorso si rende ancor più delicato per la prova del DNA, essendo innegabile che tutte le problematiche emerse sul terreno della prova scientifica, tendano ad amplificarsi in rapporto alle dinamiche d'ingresso nel processo penale dell'analisi genetica.

Si tratterà, della rilevanza di quello che è pur sempre un dato statistico che rientra nel patrimonio di conoscenza del giudice, legato alle insuperabili difficoltà di trasferire modelli probabilistici e statistici all'interno del processo. Difficoltà che riflettono il rischio di un giudizio ritagliato – al pari di una prova legale – da una serie di calcoli e numeri; e, per giunta, qualcosa di, forse, diverso da un giudizio alimentato da un dubbio ragionevole, espressione non tanto di calcoli matematici, quanto di una avvenuta ricostruzione in chiave di falsificazione delle prove, singolarmente e di ciascuna di esse nel loro complesso.

## PARTE I

### INQUADRAMENTO NORMATIVO RACCOLTA E PRELIEVO DEL MATERIALE BIOLOGICO

## *Premessa*

La prima parte si sofferma in particolare sulle attività propedeutiche all'analisi del DNA, ovvero il complesso di attività poste in essere in sede di raccolta e prelievo di materiale biologico.

Non mancando di evidenziare ciò che rende particolarmente spinosa l'indagine genetica rispetto ad altri settori – anche a fronte di tutt'altro che rare ipotesi di contaminazione o degradazione del campione, che influiscono negativamente sul relativo esito dell'analisi – si pone l'attenzione sulla fondamentale esigenza di garantire una corretta gestione delle prime fasi di raccolta ed acquisizione del materiale biologico.

Preservare lo stato dei luoghi e non alterarlo per raccogliere ogni elemento utile alla ricostruzione del fatto, è solo un aspetto teso a garantire l'affidabilità dell'indagine genetica; ma, a fronte di pericoli di inquinamento, la necessità di preservare la genuinità delle tracce, diventa fondamentale in virtù della stretta interrelazione che sussiste tra le prime fasi di raccolta e l'analisi successiva.

Si noterà come, per tali ragioni, la distinzione tra rilievi e accertamenti – così netta sul piano teorico, ma di difficile comprensione sul piano pratico – dovrebbe ritenersi superata, e accolta, invece, con favore la necessità di garantire una piena realizzazione del diritto di difesa; ciò perché la necessità di salvaguardare la genuinità del procedimento di analisi inizia ben prima dell'analisi stessa, ragion per cui occorre rivestire di garanzie difensive anche la fase di raccolta.

Si rivolgerà criticamente l'attenzione all'interpretazione giurisprudenziale tesa ad inquadrare la raccolta del DNA come rilievo tecnico e, in quanto tale, delegabile ai sensi dell'art. 370 c.p.p., e non richiedente per il suo espletamento l'osservanza delle garanzie difensive, assicurate, invece, nella distinta e successiva operazione di identificazione del DNA. Si noterà come tale approdo interpretativo – all'interno di un contesto così intricato, come l'analisi del DNA – risulta difficilmente condividibile, per una serie di ragioni.

Si rifletterà sulla importanza della catena di custodia, ossia la fondamentale garanzia rappresentata dalla fissazione e documentazione di tutti i vari passaggi e attività svolte sui reperti acquisiti sulla scena del crimine, al fine di evitare che inidonee attività di repertazione o non corretta conservazione o catalogazione dei reperti biologici, possa inficiare l'attendibilità dell'analisi genetica nel suo complesso.

Si porrà l'attenzione, quindi, sulle conseguenze processuali poste al mancato rispetto di tale tracciabilità.

Consapevoli dell'importanza della fase di raccolta, l'accento andrà sulla prospettazione di soluzioni *de jure condendo* tese tanto a controllare la correttezza delle operazioni poste in essere, quanto a preservare la partecipazione difensiva, anche

laddove la figura dell'indagato non sia stata ancora soggettivamente individuata: in altre parole, si discuterà sull'opportunità di procedere con il tramite di strumenti di videoriproduzione capaci di colmare – seppure *ex post* e seppur limitatamente – lacune in punto di partecipazione difensiva, che altre forme di documentazione tradizionali non consentirebbero, o consentirebbero solo in minima parte, di colmare. La videoregistrazione integrale vedrebbe realizzata la garanzia di una controllabilità del procedimento preliminare all'analisi, a fronte delle ritenute ripercussione che questa fase ha sull'affidabilità del risultato finale.

L'attenzione sarà poi rivolta alla disciplina del prelievo di materiale biologico, che rende necessaria l'elaborazione di una normativa in grado di contemperare i contrapposti interessi: non dispersione della prova ed esigenze di accertamento del fatto; e dall'altro il bisogno di non pregiudicare le libertà fondamentali dell'uomo.

L'istituzione della Banca Dati DNA si propone, infatti, di risolvere tale bilanciamento di interessi confliggenti, reso ancor più complicato per via della peculiarità dei *dati genetici* coinvolti.

Si rifletterà, pertanto, sulla portata della L. 85 del 2009 anche alla luce del recente regolamento di attuazione n. 87 del 2016.

## CAPITOLO I

### RICERCA E RACCOLTA DI MATERIALE BIOLOGICO

#### 1. *Sopralluogo giudiziario*

Il complesso di attività e funzioni poste in essere dagli agenti o ufficiali di polizia giudiziaria trovano il loro fondamento normativo nell'articolo 55 c.p.p.: *la polizia giudiziaria deve, anche di propria iniziativa, prendere notizia dei reati, impedire che vengano portati a conseguenze ulteriori, ricercarne gli autori, compiere gli atti necessari per assicurare le fonti di prova e raccogliere quant'altro possa servire per l'applicazione della legge penale.*

L'art. 354 c.p.p. si inserisce in questo contesto e disciplina gli accertamenti sui luoghi, sulle cose e sulle persone: il cd. *sopralluogo giudiziario*, curando che gli ufficiali e gli agenti di polizia giudiziaria preservino lo stato dei luoghi e delle cose prima dell'intervento del pubblico ministero.

Il sopralluogo giudiziario costituisce il punto di partenza di ogni indagine, teso a conservare le tracce e le cose pertinenti al reato: si fonda sull'attenta osservazione e documentazione della scena del crimine o del luogo di interesse investigativo, e fissazione dello stato dei luoghi, ricercando e raccogliendo le tracce presenti<sup>5</sup>.

In dottrina, si è sostenuto che l'espressione *sopralluogo giudiziario* fosse una terminologia desueta e palesemente ricollegabile a fascinazioni del passato, inadeguata, pertanto, a descrivere il complesso di atti e di attività che circondano la scena del crimine; suggerendo sia preferibile utilizzare un'espressione più ampia e dinamica, coerente con tutte le varie operazioni poste in essere non solo nell'immediatezza del fatto, ma anche successivamente ad esso, a seguito dei frequenti accessi al luogo: il c.d. *esame della scena del crimine*<sup>6</sup>.

Tra le attività che possono essere compiute in questa fase dalla polizia giudiziaria rientra l'attività di raccolta delle tracce organiche, all'interno del complesso di operazioni aventi carattere puramente materiale ed esecutivo.

Tuttavia – tenuto conto della particolarità dell'indagine genetica, per la quale, si noterà nel prosieguo, eventuali contaminazioni o degradazioni possono influire

---

<sup>5</sup> Cfr. V. LIVIERO, *Il sopralluogo medico legale*, in Aa. Vv., *Scienze forensi. Teoria e prassi dell'investigazione scientifica*, M. Picozzi - A. Intini (a cura di), Milano, 2009, 45.

<sup>6</sup> S. LORUSSO, *L'esame della scena del crimine nella contesa processuale*, in *Dir. Pen. e Processo*, 2011, 3, 261.

sull'attendibilità del relativo esito, e tenuto conto che sulla procedura tesa ad ottenere la tipizzazione del profilo genetico incidono una serie di fattori, tra cui anche e soprattutto una corretta gestione delle prime fasi, di raccolta ed acquisizione del materiale – è di fondamentale importanza che la polizia giudiziaria si limiti a preservare lo stato originario dei luoghi, senza alterarlo, raccogliendo ogni elemento utile alla ricostruzione del fatto ed all'individuazione del colpevole (art. 348 comma 1), nonché a conservarlo, in modo tale da evitarne l'inquinamento e consentire – se possibile –, in un secondo momento, una riproducibilità del risultato da parte di altri esperti, ovvero l'opportunità di ripetere – sempre tenuto conto delle caratteristiche del reperto – gli accertamenti scientifici in direzione di un determinato risultato.

Si possono distinguere diverse attività tecniche che vanno dalla semplice ricognizione di materiale utile all'indagine; alla descrizione accurata e verbalizzata; alla esecuzione di rilievi fotografici e video fotografici; e all'attività di prelievo di materiale biologico.

La disposizione, al comma 2, richiede che, in caso di pericolo di alterazione, di dispersione o di modificazione di cose, tracce e luoghi del reato gli ufficiali di polizia giudiziaria compiano i necessari accertamenti e rilievi sullo stato dei luoghi e delle cose, qualora il pubblico ministero non possa intervenire tempestivamente ovvero non abbia ancora assunto la direzione delle indagini.

In base alle aggiunte normative apportate con la legge 18 marzo 2008, n. 48, si prevede che *in relazione ai dati, alle informazioni e ai programmi informatici o ai sistemi informatici o telematici, gli ufficiali della polizia giudiziaria adottano, altresì, le misure tecniche o impartiscono le prescrizioni necessarie ad assicurare la conservazione e ad impedirne l'alterazione e l'accesso e provvedono, ove possibile, alla loro immediata duplicazione su adeguati supporti, mediante una procedura che assicuri la conformità della copia all'originale e la sua immodificabilità.*

Eventualmente, si dispone il sequestro del corpo del reato e delle cose a questo pertinenti: si tratta del sequestro probatorio con finalità prevalentemente probatorie, ossia preordinato a garantire l'assicurazione delle fonti di prova.

Le attività in questione, rientrano nella previsione di cui all'art. 348 c.p.p., norma che disciplina le funzioni di polizia giudiziaria espletabili anche dopo la comunicazione della *notitia criminis* all'autorità giudiziaria, in particolare la funzione assicurativa delle fonti di prova, ossia la raccolta di "ogni elemento utile alla ricostruzione del fatto e alla indicazione del colpevole", nonché la ricerca "delle cose e delle tracce pertinenti al reato" e "conservazione di esse e dello stato dei luoghi".

Inoltre, ai sensi dell'art. 348, comma 4, c.p.p., la polizia giudiziaria, quando, di propria iniziativa o a seguito di delega del pubblico ministero, compie atti od

operazioni che richiedono specifiche competenze tecniche, può avvalersi di persone idonee le quali non possono rifiutare la propria opera<sup>7</sup>.

Sulla base di tali indicazioni, potrebbe accadere che la polizia giudiziaria raccolga i campioni organici, e servendosi di persone con competenze tecniche appartenenti alla polizia medesima, proceda alla loro analisi<sup>8</sup>. A tal riguardo, sarebbe preferibile che gli accertamenti scientifici in questione fossero svolti da consulenti tecnici designati dal pubblico ministero<sup>9</sup>.

E' bene evidenziare che, nonostante il recente intervento normativo mediante l'emanazione del d.p.r. n. 87 del 2016, permane un vuoto di tutela relativo agli accertamenti urgenti della polizia giudiziaria: a fronte della necessità di indirizzare correttamente l'attività degli agenti o ufficiali che per primi giungono sul luogo del delitto, è di fondamentale importanza per l'efficienza delle investigazioni che le prime attività siano compiute nel modo migliore possibile, racchiuse, perciò, in un ambito di intervento sì tempestivo ma tale da preservare lo stato dei luoghi da alterazioni di varia natura.

Eppure, in questa fase la polizia giudiziaria gode di elevata discrezionalità tecnica, poichè le attività di svolgimento degli accertamenti e rilievi urgenti non sono caratterizzate da un'ampia specificazione da parte della legge: «ecco sorgere, allora, il problema dell'individuazione dei soggetti abilitati a compiere dette attività e quello ulteriore, strettamente legato al primo, della necessità di puntualizzare i poteri loro attribuiti nella circostanza: quali siano, insomma, i limiti [...] che tali soggetti incontrano nel loro agire “sul luogo” e “nell'immediatezza del fatto”»<sup>10</sup>.

Del resto, rispetto ad ognuna delle fasi<sup>11</sup> di cui si compone il sopralluogo, si profila la necessità di specifiche competenze tecnico-scientifiche degli operatori alla luce della natura dei rilievi e degli accertamenti da compiere.

---

<sup>7</sup> Cfr. Cass. pen., Sez. III, 27 gennaio 1998 n. 3840, così massimata: «La disposizione di cui al comma 4 dell'art. 348 c.p.p., secondo la quale la polizia giudiziaria, quando compie atti od operazioni che richiedono specifiche competenze tecniche, può avvalersi di persone qualificate che non possono rifiutare la loro opera, non prescrive alcuna formalità - e tanto meno la forma scritta - per la scelta e la nomina di tali ausiliari; ne deriva che nessun tipo di invalidità o inutilizzabilità degli accertamenti compiuti discende dalla mancanza di una investitura scritta dei predetti, non versandosi in alcuna ipotesi di violazione di legge».

<sup>8</sup> Cfr. R.E. KOSTORIS, *I consulenti tecnici nel processo penale*, Milano, 1993, p. 146, per l'Autore il silenzio del legislatore relativamente all'art. 348 comma 4, c.p.p., fa ritenere che la difesa tecnica non sia in alcun modo garantita.

<sup>9</sup> Cfr. C. FANUELE, *Note di diritto straniero e comparato l'indagine genetica nell'esperienza italiana ed in quella inglese*, in *Riv. it. e proc. pen.*, 2006, 2, 732; Cass. pen., Sez. I, 14 febbraio 2002, Jolibert, in *Giur. it.*, 2003, III, c. 534, con nota di C. CESARI, *"Prova del DNA" e contraddittorio mancato*.

<sup>10</sup> S. LORUSSO, *L'esame della scena del crimine nella contesa processuale*, cit., 261.

<sup>11</sup> Cfr. P. FELICIONI, *Il regolamento di attuazione della banca dati nazionale del DNA: scienza e diritto si incontrano*, in *Dir. pen. proc.*, 2016, 6, 736, nt 76: « Il sopralluogo si compone di tre fasi: [...] Innanzitutto si svolge un'attività di primo intervento tendente, attraverso accorgimenti e modalità operative adeguate, ad evitare che lo stato dei luoghi o delle cose subisca modificazioni.



Da ciò l'interrogativo sulla distinzione tra rilievi e accertamenti, e su come tale distinzione possa riversare un peso non indifferente per l'analisi genetica.

## 2. Accertamenti e rilievi

Durante le indagini preliminari, la polizia giudiziaria può compiere *accertamenti* e *rilievi* nel corso di sopralluoghi<sup>12</sup>; espressione di un potere eccezionale dettato da casi di necessità e di urgenza (art. 113 disp. att.).

L'art. 348 comma 4 c.p.p. prevede che, per il compimento (di propria iniziativa o su delega del pubblico ministero) di atti o di operazioni finalizzate ad assicurare le fonti di prova, la polizia giudiziaria possa avvalersi di persone idonee laddove l'assolvimento di quei compiti richiedano *specifiche competenze tecniche*. In particolare, l'art. 349 comma 2 c.p.p. stabilisce che, per la identificazione dell'indagato, la polizia giudiziaria possa eseguire *rilievi dattiloscopici, fotografici e antropometrici nonché altri accertamenti*.

Per quanto riguarda le attività compiute dal pubblico ministero, l'art. 359 c.p.p. prevede la facoltà di nominare ed avvalersi di consulenti tecnici laddove intenda procedere ad *accertamenti, rilievi segnaletici, descrittivi o fonografici e ad ogni altra operazione tecnica per la quale sono necessarie specifiche competenze*; e l'art. 360 c.p.p. che disciplina gli accertamenti tecnici non ripetibili, non menzionando i rilievi.

Nessuna di queste norme offre, tuttavia, alcuna definizione di accertamento, la cui distinzione rispetto ai rilievi, seppur potrebbe risultare chiara da un punto di vista teorico, rimarrebbe difficilmente percepibile da un punto di vista pratico<sup>13</sup>.

Dalla giurisprudenza giungono indicazioni tese a delineare le caratteristiche distintive per ciascun istituto. Si afferma: che i rilievi consistono in un'attività di individuazione ed acquisizione di dati materiali, attività priva di valutazione; al

---

L'attività dell'operatore di polizia che per primo (il *first responder* della metodologia di intervento statunitense) interviene sul luogo del delitto è importante tanto quanto quella svolta dagli specialisti che successivamente eseguiranno il sopralluogo tecnico la cui efficacia dipende dall'integrità della scena del delitto. Nella seconda fase si espletano le operazioni tecniche del sopralluogo ossia l'attività di osservazione e descrizione di ogni elemento presente nella zona e vengono compiuti rilievi di varia natura, fotografici, planimetrici, descrittivi, videoregistrati, fotogrammetrici. L'ultima fase del sopralluogo è dedicata alla ricerca delle tracce e alla loro refertazione mediante il prelevamento, la conservazione e la trasmissione delle tracce pertinenti al reato ai laboratori di analisi»; v. anche D. CURTOTTI NAPPI - L. SARAVO, *Il volo di Icaro delle investigazioni sulla scena del crimine: il ruolo della polizia giudiziaria*, in C. CONTI (a cura di), *Scienza e processo penale*, cit., 201 ss.

<sup>12</sup> D. CURTOTTI, *I rilievi e gli accertamenti tecnici*, Padova, 2013.

<sup>13</sup> S. LORUSSO, *L'esame della scena del crimine nella contesa processuale*, cit., 261.

contrario, gli accertamenti comportano una componente critico valutativa, ovvero un giudizio sugli stessi dati<sup>14</sup>.

Il rilievo è attività limitata all'osservazione della scena del crimine<sup>15</sup>; l'accertamento, viceversa, rappresenta un'attività di valutazione che può implicare una modificazione del reperto analizzato. Eppure il *discrimen* non sempre è percepibile tenuto conto che anche il termine rilievo evoca una componente valutativa legata all'osservazione dello stato delle cose.

La differenza è, invece, più chiaramente ravvisabile nelle disposizioni dettate dagli artt. 359 e 360 c.p.p.: la giurisprudenza di legittimità, ha precisato che il concetto di accertamento non comprende la constatazione o la raccolta dei dati materiali pertinenti al reato o alla sua prova, i quali si esauriscono nei semplici rilievi, ma riguarda piuttosto lo studio e la elaborazione critica dei medesimi: con la conseguenza che la irripetibilità dei rilievi, più specificamente dell'acquisizione dei dati da sottoporre ad esame, non implica necessariamente la irripetibilità dell'accertamento, quando l'esito di una prima indagine non appaia, ad avviso del giudice che procede, del tutto convincente e sia ancora tecnicamente possibile sottoporre quei dati alle operazioni necessarie al conseguimento di risultati attendibili<sup>16</sup>, e che i semplici rilievi, ancorché siano prodromici all'effettuazione di accertamenti tecnici, non sono tuttavia identificabili con essi, per cui, pur essendo essi irripetibili, la loro effettuazione non deve avvenire nell'osservanza delle forme stabilite dall'art. 360 c.p.p., le quali sono riservate soltanto agli accertamenti veri e propri, se ed in quanto qualificabili di per sé come irripetibili<sup>17</sup>.

Per quanto riguarda, invece, le norme riguardanti l'attività della polizia giudiziaria, il legislatore ha parlato indistintamente di rilievi e di accertamenti; ed in virtù dell'urgenza che caratterizza tale attività, si propende per considerare tali accertamenti aventi, comunque, una funzione essenzialmente descrittiva, materiale e

---

<sup>14</sup> L'orientamento è pacifico, *ex multis*: Cass., 9 febbraio 1990, Duraccio, in *Ced Cass.* 183648; Cass. pen., Sez. V, 20 novembre 2000, D'Anna, in *Guida dir.*, 2001, 105; Cass. pen., 10 luglio 2009, n. 34149, in *Ced Cass* 244950; Cass. pen., 31 gennaio 2007, Piras e a., *ivi* 237359; Cass., pen., 10 novembre 1992, *ivi*, 192570.

<sup>15</sup> Attività in quanto tale *intrinsecamente irripetibile*, cfr. P. TONINI, *Procedura penale*, 11<sup>a</sup> ed., Milano, 2010, 484.

<sup>16</sup> Cfr. Cass. pen., Sez. I, 3 giugno 1994, Nappi, in *C.E.D.Cass.*, n. 200176; cfr. E. APRILE, *Le indagini tecnico-scientifiche: problematiche giuridiche sulla formazione della prova penale*, in *Cass. pen.*, fasc.12, 2003, 4034.

<sup>17</sup> Cass. pen., Sez. I, 9 maggio 2002, Maisto, in *C.E.D. Cass.*, n. 221621; Cass. pen., Sez. I, 6 giugno 1997, Pata, *ivi*, n. 207857; *contra*, Cass. pen., Sez. I, 6 ottobre 1998, Andolfi, *ivi*, n. 211497; cfr. E. APRILE, *Le indagini tecnico-scientifiche: problematiche giuridiche sulla formazione della prova penale*, cit., 4034.

preparatoria rispetto alla consulenza tecnica che il pubblico ministero potrebbe, in seguito, disporre<sup>18</sup>.

Ciò indurrebbe a sostenere che la polizia giudiziaria potrebbe compiere accertamenti tecnici solo se ripetibili, in quanto l'oggetto esaminato non deve essere suscettibile di modificazione nel tempo, né vi deve essere il rischio che venga modificato dallo svolgimento dello stesso accertamento<sup>19</sup>.

Del resto, sarebbe difficilmente sostenibile perché irragionevolmente posta la distinzione tra polizia giudiziaria – che potrebbe disporre accertamenti tecnici non ripetibili, pienamente utilizzabili in dibattimento, senza l'espletamento di alcuna formalità e garanzia difensiva – e pubblico ministero, a cui la polizia giudiziaria fa capo, che è tenuto a rispettare, in base alla lettera dell'art. 360 c.p.p., la partecipazione difensiva ivi disciplinata.

Detto questo – si riassume, alla luce della distinzione sopra richiamata – da un lato si pongono i rilievi che comportano una semplice osservazione priva di alcuna componente critico-valutativa; dall'altra gli accertamenti che, invece, hanno tale componente ma che possono essere ripetibili o non ripetibili nei termini su indicati.

La questione non è da poco, tenuto conto che dalla valutazione circa la ripetibilità o non ripetibilità scaturisce l'operatività, o non, delle garanzie difensive previste dall'art. 360 c.p.p.

## 2.1. *Raccolta di materiale organico: rilievo o accertamento?*

E' stato correttamente notato, da autorevole dottrina, come nel già vigente codice Rocco i rilievi mascherassero perizie eseguite fuori dal contraddittorio<sup>20</sup>, nonostante i prodotti giurisprudenziali del garantismo inquisitorio, distinguendoli dagli accertamenti, sottolineassero la natura meramente descrittiva agli stessi<sup>21</sup>.

---

<sup>18</sup> Cfr. F. DE LEO, *Le indagini tecniche di polizia: un invito al legislatore*, in *questa rivista*, 1996, p. 697, n. 387; cfr. E. APRILE, *Le indagini tecnico-scientifiche: problematiche giuridiche sulla formazione della prova penale*, cit., 4034.

<sup>19</sup> Cass. pen., Sez. I, 14 febbraio 2002, in *Ced Cass*, n. 221126; Cfr. E. APRILE, *Le indagini tecnico-scientifiche: problematiche giuridiche sulla formazione della prova penale*, in *Cass. pen.*, fasc.12, 2003, pag. 4034: «Un'implicita conferma della correttezza di tale esegesi sembra desumibile dall'art. 13 del d.lg. n. 274/2000, riguardante il procedimento per reati attribuiti alla competenza del giudice di pace, secondo cui la polizia giudiziaria può disporre un accertamento tecnico irripetibile solamente quando sia stata appositamente autorizzata dal pubblico ministero, e salvo che questi non reputi di dover svolgere personalmente tale attività».

<sup>20</sup> F. CORDERO, *Guida alla procedura penale*, Torino, 1986, 349; e per il codice vigente F. CORDERO, *Codice di procedura penale commentato*, 2<sup>a</sup> ed., Torino, 1992, 425, notando come l'art. 359 c.p.p. tra le varie ipotesi anche «autentiche operazioni peritali»; Cfr. S. LORUSSO, *L'esame della scena del crimine nella contesa processuale*, cit., 261.

<sup>21</sup> Cfr. Corte cost., sent. 3 dicembre 1969, n. 149, in *Giur. cost.*, 1969, 2276 s.; Corte cost., sent. 27 dicembre 1973, n. 185, ivi, 1973, 2425 s.

E' pur vero che un sistema accusatorio vedrebbe potenziato il dibattimento e alleggerita la fase delle indagini, se queste avessero come unica funzione quella di essere semplicemente propedeutiche all'eventuale futuro dibattimento vero e proprio; solo così inquadrate «le operazioni compiute “a caldo” – rilievi o accertamenti che siano – non dovrebbero risultare particolarmente delicate né sollecitare un adeguato corredo di garanzie difensive» in quanto «estraneie al processo e, quindi, alla decisione di merito»<sup>22</sup>.

Tuttavia – all'interno di una cornice procedimentale in cui le indagini non sono semplicemente protese al dibattimento, ma potenzialmente ed eccezionalmente idonee a generare atti che possano influire sul convincimento giudiziale e nel merito della decisione –, sostenere una tale distinzione tra rilievi e accertamenti, con conseguenze incisive in termini di garanzie difensive, ha poca ragione d'essere, trattandosi di una distinzione tanto netta sul piano teorico, quanto di difficile comprensione sul piano pratico.

Ciò si pone con maggiore evidenza se l'elemento di prova sia di carattere tecnico-scientifico; specie se la relativa analisi risulti particolarmente complessa; specie quando la necessità di salvaguardare la genuinità del procedimento di analisi inizi ben prima dell'analisi stessa; e quando il risultato sia caratterizzato da una rilevante potenzialità discriminativa. In altre parole, specie quando ad essere coinvolta è la raccolta di materiale genetico fondamentale per la futura analisi di DNA.

Sulla base della distinzione su indicata, la Cassazione afferma che la nozione di accertamento tecnico è estranea al prelievo di materiale biologico funzionale all'esame del DNA, implicando, quest'ultimo un'attività di studio e di valutazione critica del campione; diversamente dall'attività di raccolta o di prelievo dei dati pertinenti al reato, inquadrata nell'ottica di un rilievo<sup>23</sup>.

Seguendo questa scia interpretativa, più di recente si afferma che il prelievo del DNA della persona, attraverso il sequestro di oggetti contenenti residui organici alla stessa attribuibili, è qualificabile come rilievo tecnico e, in quanto tale, è delegabile ai sensi dell'art. 370 c.p.p., senza la necessità per il suo espletamento dell'osservanza delle garanzie difensive, che vanno, invece, assicurate nella distinta e successiva operazione di identificazione del DNA della persona, attraverso l'utilizzo del materiale genetico repertato, la quale costituisce accertamento tecnico, da qualificarsi ripetibile o meno in base ad una valutazione tecnico-fattuale in ordine alla possibile conservazione dei reperti<sup>24</sup>.

---

<sup>22</sup> Cfr. S. LORUSSO, *L'esame della scena del crimine nella contesa processuale*, cit., 261.

<sup>23</sup> Cfr. Cass. pen., Sez. I, 13 novembre 2007, Pannone, in C.E.D. Cass., n. 239101; Sul punto si v. anche Cass. pen., Sez. I, 31 gennaio 2007, in C.E.D. Cass., n. 237359; Cass. pen., Sez. III, 2 luglio 2009, in C.E.D. Cass., n. 244928; S. FASOLIN, *Copia di dati informatici nel quadro delle categorie processuali*, in *Dir. pen. proc.*, 2012, p. 375 s..

<sup>24</sup> Cfr. Cass. pen., Sez. I 25 febbraio 2015 n. 18246; In altra pronuncia, si sostiene che il prelievo del DNA della persona indagata attraverso il sequestro di oggetti contenenti residui organici alla stessa

La giurisprudenza di legittimità afferma, così, che il procedimento di identificazione del DNA della persona attraverso i campioni di materiale genetico repertati, rappresenta un'attività inquadrabile all'interno dei rilievi tecnici, il cui espletamento comporta lo svolgimento di attività qualificabili come ripetibili o irripetibili a seconda che, sulla base di una valutazione di natura esclusivamente tecnico- fattuale, consegua la distruzione o il grave deterioramento dei campioni utilizzati.

In particolare, si evidenzia, che il procedimento di identificazione del DNA della persona attraverso l'utilizzo del profilo genetico si articola in tre fasi distinte, rispettivamente costituite dall'estrapolazione del profilo genetico presente sui reperti; dalla decodificazione dell'impronta genetica dell'indagato; dalla comparazione tra i due profili.

Delle tre operazioni necessarie per giungere all'identificazione, profili di irripetibilità possono eventualmente rinvenirsi soltanto nella prima di queste, e risiedere sia nella scarsa quantità della traccia genetica, sia nella scadente qualità del DNA presente nella stessa<sup>25</sup>.

Così ragionando, si afferma che la natura irripetibile dell'accertamento tecnico che conduce all'estrapolazione del profilo genetico presente su reperti sequestrati deve essere accertata in concreto, dipendendo, per l'appunto da situazioni contingenti, quali quantità/qualità della traccia. Pertanto, nell'ipotesi in cui l'espletamento degli accertamenti tecnici sul DNA comporti la distruzione dei reperti acquisiti attraverso i rilievi tecnici, tali accertamenti devono ritenersi irripetibili e ricadere, sotto il profilo delle garanzie difensive, all'interno dei confini tracciati dall'art. 360 c.p.p.

Si noterà come tale approdo interpretativo – all'interno di un contesto problematico, come l'analisi del DNA – risulta difficilmente condividibile, per una serie di ragioni.

Prima fra tutte, si qualifica come semplice rilievo, non necessitante di particolari garanzie difensive, la raccolta di materiale organico da parte della polizia giudiziaria.

---

attribuibili non è qualificabile quale atto invasivo o costrittivo, ed essendo prodromico all'effettuazione di accertamenti tecnici non richiede l'osservanza delle garanzie difensive mentre nell'ambito di tali incombenti, le successive operazioni di comparazione del consulente tecnico pretendono l'osservanza delle garanzie difensive. Ciò sulla base della constatazione che la comparazione dei reperti abbia natura di atto ripetibile (salvo che comporti la totale distruzione dei campioni utilizzati per la comparazione). A parere della Corte, l'esame di laboratorio per la individuazione del DNA, è pertanto, un accertamento tecnico per sua natura ripetibile, sicché non richiede il previo avviso per la partecipazione di difensore, cfr. Cass. pen., Sez. II, 09 maggio 2014, n. 33076, in *Guida al diritto* 2014, 37, 65.

<sup>25</sup> Cfr. Cass. pen., Sez. I 25 febbraio 2015 n. 18246; cfr. Cass. pen., Sez. 2, n. 2476 del 27 novembre 2014, dep. 20/01/2014, Santangelo, Rv. 261866; Cfr. Cass. pen., Sez. I, 11 maggio 2005, Alvaro, inedita, secondo cui «l'accertamento tecnico sul DNA non può essere definito in astratto ripetibile o irripetibile, in quanto la natura del medesimo dipende da un insieme di fattori che vanno accertati in punto di fatto, quali per esempio la quantità di materiale ancora disponibile, le metodiche eseguite per i prelievi e per le comparazioni».

Ebbene, nel settore delle analisi genetiche – in virtù della delicatezza della materia, dell’alta portata discriminativa che assume oggi la prova del DNA, dell’uso di tecnologie che aumentano la soglia di sensibilità al rilevamento di materiale genetico e consequenzialmente aumentano anche la possibilità di rilevare agenti contaminanti o materiale genetico estraneo insieme a quello di interesse, e in virtù della complessità dell’indagine genetica tutta – non si può sostenere, se non a costo di scadere in semplicistiche conclusioni, che l’analisi del DNA inizi quando inizia l’analisi in laboratorio, ovvero quando il reperto ivi giunge.

Le fasi precedenti all’analisi vera e propria – si noterà nel prosieguo – condizionano fortemente il risultato finale<sup>26</sup>; ragion per cui la fase di raccolta del materiale genetico necessita di una professionalità non minore rispetto a quella che richiede l’analisi successiva.

In questa fase, quando vengono poste in essere attività finalizzate alla futura identificazione genetica, ogni singolo momento preliminare ha il suo notevole peso per i momenti successivi: è la fase nel suo complesso ad essere fisiologicamente irripetibile<sup>27</sup>, e di fondamentale importanza perché dall’esatta esecuzione di essa dipenderà parte significativa della successiva analisi.

La necessità di preservare la genuinità delle tracce, a fronte di pericoli di contaminazione, è maggiormente avvertita proprio nella fase di raccolta<sup>28</sup>, e non potrebbe ritenersi sufficientemente soddisfatta mediante l’ausilio di semplici rilievi fotografici o verbalizzazioni delle attività poste in essere dalla polizia giudiziaria.

Al contrario, a fronte della potenzialità della prova del DNA, e dell’interrelazione che sussiste in questo settore tra la raccolta e l’analisi, occorrerebbe garantire una piena realizzazione del diritto di difesa.

A questo fine, mancando un riferimento normativo ad *hoc*, si mette, pertanto, in luce la fisiologica irripetibilità della fase e l’impossibilità, nel settore delle indagini forensi, di qualificare la raccolta di materiale organico da oggetti sequestrati, come una semplice attività di rilievo non richiedente particolari formalità, in punto di partecipazione difensiva.

All’imponente ripercussione di questa sulle successive fasi di analisi si aggiunge, inoltre, la semplice constatazione che l’attività di repertazione ha

---

<sup>26</sup> P. TONINI, *Informazioni genetiche e processo penale ad un anno dalla legge*, in *Dir. pen. proc.*, 2010, p. 887; Id., *Accertamento del fatto e informazioni genetiche: un difficile bilanciamento*, in *Dir. pen. proc.*, 2009, speciale n. 2, p. 3.

<sup>27</sup> P. FELICIONI, *La prova del DNA tra esaltazione mediatica e realtà applicativa*, in *L’assassinio di Meredith Kercher. Anatomia del processo di Perugia*, Montagna (a cura di), 2012, 185; U. RICCI – C. PREVIDERE’ – P. FATTORINI – F. CORRADI, *La prova del DNA per la ricerca della verità*, cit., 105.

<sup>28</sup> M. BACCI, *Il rilievo del dato biologico nell’indagine criminalistica*, in *Genetica e forense e diritto: prospettive scientifiche, tecnologiche e normative*, a cura di Dobosz-Carnevali-Lancia, 2011, 6; P. GUALTIERI, *Diritto di difesa e prova scientifica*, in *Scienza e processo penale. Nuove frontiere e vecchi pregiudizi*, a cura di Conti, cit., p. 79.

implicitamente un contenuto discrezionale, che si concretizza nella scelta del materiale da repertare ai fini della futura analisi<sup>29</sup>: non si può sostenere che sia un semplice rilievo tecnico primo di qualsivoglia contenuto valutativo non necessitante di opportune garanzie difensive.

Sempre sulla scia di un rilievo critico mosso all'interpretazione della giurisprudenza di legittimità su indicata, si ravvisa una non condivisibilità di tale approdo, nel punto in cui si afferma che l'espansione delle garanzie previste dall'art. 360 c.p.p. operi soltanto nel caso in cui vi siano i profili di irripetibilità eventualmente emersi nella prima fase di estrapolazione (*rectius* estrazione) di materiale genetico, legati alla scarsa quantità della traccia genetica, o alla scadente qualità del DNA presente nella stessa.

Ebbene, condizionare il diritto di difesa a valutazioni contingenti (quali qualità/quantità del reperto), al fine di considerare l'attività come ripetibile o non ripetibile, soffre il grave impedimento dato dal fatto che non sempre è possibile stabilire sin dall'inizio la buona o cattiva qualità del campione, o la tanta o poca quantità dello stesso, se non ad analisi compiuta<sup>30</sup>.

Ragion per cui occorre sin da principio porre l'attenzione non tanto su una ripetibilità o non ripetibilità cui condizionare la partecipazione difensiva ai sensi del 360 c.p.p., sulla base di caratteristiche difficilmente percepibili prima dell'analisi stessa; quanto piuttosto soffermarsi sulla *ratio* di quella partecipazione dettata dalla potenzialità discriminativa dell'analisi.

Il problema dovrebbe esser, allora, non quello di riconoscere la necessità quasi scontata di partecipazione difensiva in virtù della particolarità dell'analisi genetica; quanto quello di risolvere il problema di come consentire l'attivazione di dette garanzie difensive quando la *notitia criminis* non è ancora soggettivamente qualificata, e, pertanto, non c'è ancora la persona qualificata formalmente come indagato.

## 2.2. Verso un superamento della distinzione e necessità di prevedere garanzie difensive: una questione di legittimità costituzionale

---

<sup>29</sup> La selezione è indispensabile, per ragioni economiche e laboratoristiche; in tal senso v. G. LAGO, *Legge n. 85 del 2009 e banche dati nazionali del DNA a fini di giustizia: spunti di studio comparato con raccomandazioni internazionali*, in *Scienza e processo penale. Nuove frontiere e vecchi pregiudizi*, a cura di Conti, p. 188; U. RICCI – C. PREVIDERE' – P. FATTORINI – F. CORRADI, *La prova del DNA per la ricerca della verità. Aspetti giuridici, biologici e probabilistici*, Milano, 2006, 109.

<sup>30</sup> Quanto affermato, si renderà maggiormente comprensibile nel prosieguo, affrontando l'inquadramento scientifico dell'istituto.

La distinzione tra rilievi e accertamenti, risulta ancor più difficilmente percepibile, con lo sviluppo tecnologico e con l'utilizzo di strumenti collocabili proprio sul confine fra gli uni e gli altri<sup>31</sup>.

Le modalità scientificamente avanzate, il complesso delle strumentazioni utilizzate, con cui si svolge la raccolta di reperti oggi è difficilmente comprensibile all'interno di una categoria statica: «la ricorrente descrizione del rilievo come operazione diretta ad acquisire, in via immediata e con minima ed elementare elaborazione critica, materiale grezzo destinato a essere analizzato in sede di accertamento tecnico o di perizia risulta sempre meno adeguata a coglierne la più complessa fisionomia; la stessa fase acquisitiva potrebbe configurarsi, infatti, come accertamento, almeno se con questa locuzione si intende alludere a una attività valutativa, che richiede competenze più qualificate di quelle possedute dall'uomo comune, presupponendo, ad esempio, la preliminare individuazione della tecnica e delle procedure operative da applicare al caso concreto»<sup>32</sup>.

Tuttavia – come si accennava – per concorde interpretazione giurisprudenziale si tende a rimarcare la distinzione tra rilievi e accertamenti, con la conseguenza di escludere l'operatività dell'art. 360 c.p.p. per la fase di raccolta di materiale biologico.

In generale, le garanzie difensive previste nel caso in cui si proceda ad accertamenti tecnici non ripetibili sulla base della nomina del consulente tecnico da parte del pubblico ministero, sono attuabili mediante l'obbligo per quest'ultimo di dare avviso al difensore dell'indagato del compimento del relativo accertamento; obbligo che – per pacifico orientamento giurisprudenziale – si ritiene non sussistere qualora, al momento del conferimento dell'incarico, non sia già stata individuata la persona nei confronti della quale si procede<sup>33</sup>. Ne deriva l'utilizzabilità degli accertamenti tecnici irripetibili eseguiti, sul presupposto processuale che, al momento dell'incarico, non risultava indagato il soggetto poi divenuto tale.

Con l'attivazione della procedura prevista dall'art. 360 c.p.p., si consente per un verso, di rafforzare la valenza dell'attività oggetto dell'accertamento; per altro, di

---

<sup>31</sup> Si propone una rivisitazione della materia, su tutti S. LORUSSO, *L'esame della scena del crimine tra esigenze dell'accertamento, istanze difensive e affidabilità dei risultati*, in *Scienza e processo penale. Nuove frontiere e vecchi pregiudizi*, a cura di C. Conti, Milano, 2011, p. 39; cfr. Id., *L'esame della scena del crimine nella contesa processuale*, cit., 261 «In primo luogo andrebbe superata l'obsoleta distinzione tra “rilievi” e “accertamenti”, fonte come abbiamo visto di forzature interpretative e di disparità di trattamento in grado di inficiare non soltanto i diritti della difesa ma anche la stessa genuinità dell'accertamento giurisdizionale. Fondamentale, invece, è il *discrimen* tra “atti ripetibili” e “atti non ripetibili”, nonché l’“urgenza” e l’ “indifferibilità” dell'attività da compiere sulla scena del crimine che, spesso, impedisce di prevedere un appropriato intervento difensivo».

<sup>32</sup> C. GABRIELLI, *Ancora nulla di fatto in tema di acquisizione di reperti biologici e garanzie processuali. Spunti per una ineludibile rimediazione legislativa della disciplina*, in *Giurisprudenza Costituzionale*, fasc.3, 2016, pag. 968D.

<sup>33</sup> *Ex multis* Cass. pen., Sez. 4, n. 36280 del 21 giugno 2012, dep. 20/09/2012, Forlani e altri, Rv. 253564; Cass. pen., Sez. IV, 23 febbraio 2010, n. 20591, in *Cass. pen.* 2011, 9, 3107; Cass. pen., Sez. IV, 21 novembre 2003, n. 7202, Basile, *ivi*, 2005, p. 520.



esplicare il diritto di difesa perché accertamento compiuto sulla base di un confronto dialettico.

L'obbligo dell'avviso consente all'indagato e al suo difensore di avere conoscenza del giorno, del luogo e dell'ora in cui avverrà l'analisi delle tracce organiche raccolte; con la facoltà di nominare e far intervenire, nella sede *de qua*, consulenti tecnici. In questo modo, all'indagato è data la possibilità di partecipare allo svolgimento dell'operazione scientifica, con l'ausilio del proprio difensore e consulente, che possono assistere al conferimento dell'incarico, partecipare all'accertamento, formulare osservazioni e riserve. All'indagato è consentito formulare riserva di promuovere incidente probatorio<sup>34</sup>.

Ricostruire l'attività in chiave di mero rilievo comporta, invece, il regime meno garantito risultante dal combinato disposto degli artt. 356 c.p.p. e 114 disp. att. c.p.p.: il difensore dell'indagato ha il diritto di assistere alle operazioni e di tale possibilità l'indagato, ove presente, dovrà essere avvertito, a pena di nullità; il difensore non ha diritto ad alcun avviso relativo al tempo e al luogo in cui le stesse si svolgeranno<sup>35</sup>, circostanza che rende la sua presenza poco probabile e decisamente fortuita<sup>36</sup>.

La questione della labile distinzione tra accertamenti e rilievi in materia di raccolta e di repertazione delle tracce biologiche, è stata oggetto di recenti questioni di legittimità dinanzi alla Corte costituzionale.

In riferimento ad una prima questione, il cuore dell'ordinanza di rimessione è rappresentato dalla ingiustificata riconducibilità alla categoria dei rilievi, anziché degli accertamenti tecnici, del complesso di attività che implicano un «rilevante tasso di valutazione tecnico-scientifica», e che «non possono essere qualificate come meramente materiali e/o esecutive», bensì classificate «anch'esse come accertamenti, anche se di contenuto e profilo diverso dai successivi esami di laboratorio volti alla ricerca del DNA»<sup>37</sup>.

La questione ha coinvolto l'art. 360 c.p.p., per violazione degli artt. 24 e 111 Cost., nella parte in cui non prevede che le garanzie difensive, approntate da tale norma, riguardino le attività di individuazione e prelievo dei reperti utili per la ricerca del DNA.

---

<sup>34</sup> La Legge 23 giugno 2017 n. 103 ha inserito il comma 4 *bis* all'interno dell'art. 360 c.p.p. stabilendo che detta riserva perda di efficacia e non possa essere ulteriormente formulata se la richiesta di incidente probatorio non sia proposta entro il termine di dieci giorni dalla formulazione della riserva stessa.

<sup>35</sup> Cass. pen., Sez. I, 16 aprile 2004, in *C.E.D. Cass.*, n. 228243; Cass. pen., Sez. I, 14 ottobre 1999, Pupillo, in *Cass. pen.*, 2000, p. 2682; Sez. I, 5 dicembre 1994, Rizzo e altro, in *Giust. pen.*, 1995, III, c. 600.

<sup>36</sup> Così C. GABRIELLI, *Ancora nulla di fatto in tema di acquisizione di reperti biologici e garanzie processuali. Spunti per una ineludibile rimeditazione legislativa della disciplina*, cit., 968D.

<sup>37</sup> Per un commento della pronuncia e dell'ordinanza si v. C. GABRIELLI, *Ancora nulla di fatto in tema di acquisizione di reperti biologici e garanzie processuali. Spunti per una ineludibile rimeditazione legislativa della disciplina*, cit., 968D.

La Corte, nel dichiarare la manifesta inammissibilità della questione, ritiene la descrizione della fattispecie e, correlativamente, lacunosa l'indicazione delle ragioni della rilevanza della questione di legittimità costituzionale. In particolare, la carente descrizione dell'ordinanza di remissione non consente – a parere della Corte – di verificare se, ed in che misura, la questione di legittimità costituzionale sollevata risulti effettivamente rilevante nel giudizio *a quo*. Inoltre, la Corte ritiene il *thema decidendum* indeterminato, in quanto il giudice non precisa quali garanzie difensive, previste dall'art. 360 c.p.p., andrebbero estese all'acquisizione del materiale biologico e, più in particolare, non chiarisce se l'estensione dovrebbe riguardare tutta la procedura regolata dall'art. 360 c.p.p., ivi compresa la parte relativa alla nomina del consulente tecnico, al conferimento dell'incarico e alla riserva, riconosciuta all'indagato, di promuovere incidente probatorio<sup>38</sup>.

Si è indubbiamente persa l'occasione di estendere le garanzie apportate dall'art. 360 per la fase di raccolta del materiale biologico, sulla base di argomentazioni elusive della esigenza sottesa all'ordinanza di remissione, improntata all'inevitabile sacrificio del diritto di difesa, tutte le volte in cui si considerano quelle attività come semplici rilievi, non necessitanti di particolari formalità.

L'occasione si è, invece, ripresentata con una successiva e ancor più recente, questione di legittimità costituzionale<sup>39</sup>.

Ancora una volta, si afferma che la distinzione tra accertamenti e rilievi risulta concettualmente corretta: la semplice costatazione che si tratti di rilievi o prelievamenti di reperti utili per la ricerca del DNA, «non modifica la natura dell'atto di indagine e non ne giustifica di per sé la sottoposizione a un regime complesso come quello previsto dall'art. 360 cod. proc. pen.». A ciò si aggiunge – a parere della Corte – che l'esistenza di protocolli per la ricerca e il prelievo di tracce di materiale biologico può, «da un lato, rendere routinaria l'operazione e, dall'altro, consentirne il controllo attraverso l'esame critico della prescritta documentazione», considerando che nel dibattimento l'imputato ha la possibilità di verificare e contestare la correttezza dell'operazione, attraverso l'esame del personale che l'ha eseguita, dei consulenti tecnici e dell'eventuale perito nominato dal giudice.

La Corte, pertanto, esclude che le forme dell'art. 360 c.p.p., investano tanto i prelievi, quanto gli accertamenti; ritenendo, invece, che solo per questi ultimi possano giustificarsi le garanzie ivi previste; ciò, in armonia con quanto previsto dall'art. 117 disp. att., che riguarda esclusivamente gli «[a]ccertamenti tecnici che modificano lo stato dei luoghi, delle cose o delle persone», escludendo i semplici rilievi.

---

<sup>38</sup> Corte costituzionale, 26 maggio 2016 n. 118, in *Giurisprudenza Costituzionale* 2016, 3, 964.

<sup>39</sup> Corte costituzionale, 15 novembre 2017, n.239, con nota di G. MARINO, *Individuazione e prelievo di reperti utili per la ricerca del DNA: la Costituzione impone il contraddittorio?*, in *Diritto & Giustizia*, fasc.183, 2017, 6.

Tuttavia, la Corte costituzionale fa una precisazione di indubbio rilievo: in casi particolari, non si esclude che le operazioni di repertazioni possano richiedere valutazioni e scelte circa il procedimento da adottare, e non comuni competenze e abilità tecniche da salvaguardare. In questo caso, «ma solo in questo, può ritenersi che quell'atto di indagine costituisca a sua volta oggetto di un accertamento tecnico, prodromico rispetto all'altro da eseguire poi sul reperto prelevato».

In altre parole, la Corte non assolutizza la tesi orientata ad estendere le garanzie *ex art. 360 c.p.p.* alle attività di repertazione *tout court*, tuttavia, merita di essere risaltata per un – seppur minimo – passo in avanti, teso a valorizzare particolarità di situazioni di raccolta, in cui per la repertazione del campione biologico si debba ricorrere a tecniche articolate, o specifiche competenze specialistiche, che comportano un'assimilazione di tale attività a quella dell'accertamento *ex art. 360 c.p.p.*

Si è detto, di quanto risulta difficilmente afferrabile quella, pur dogmaticamente semplice, distinzione tra accertamenti e rilievi che fa perno sulla componente critico valutativa, presente nei primi e assente per i secondi, alla luce del fatto che anche i rilievi – a maggior ragione in un contesto di raccolta e repertazioni di materiale biologico – richiedono una serie di valutazioni critiche. Ebbene, risulta, allo stesso modo, difficilmente concepibile tracciare una netta linea di demarcazione tra accertamenti non ripetibili (e relative garanzie) e semplici rilievi, esclusivamente sulla base del parametro appena richiamato, ossia della componente valutativa.

Ragionare in questi termini significa ancorare le garanzie di cui all'art. 360 c.p.p. a ricostruzioni svolte, di volta in volta, dall'autorità procedente in termini critico-valutativi, o non: «le eventuali conseguenze processuali [...] rischiano di dipendere dalla fisionomia attribuita alle operazioni *de quibus* dal giudice chiamato a sindacare tale decisione»<sup>40</sup>.

Il problema, allora, sarà non tanto quello di stabilire un confine tra accertamento e rilievo tecnico che si fondi sulla componente valutativa; quanto piuttosto la necessità di evidenziare – a fronte della particolarità dell'indagine genetica – la rilevanza che assume l'attività di raccolta di materia genetico, e ritenere sempre operanti le garanzie

---

<sup>40</sup> Cfr. C. GABRIELLI, *Ancora nulla di fatto in tema di acquisizione di reperti biologici e garanzie processuali. Spunti per una ineludibile rimediazione legislativa della disciplina*, cit., 968D: «Nel caso di specie, ad esempio, un giudice diversamente orientato rispetto a quello rimettente potrebbe ritenere che proprio «l'intervenuto consolidarsi» sottolineato nell'ordinanza *a quo* «di articolati e sofisticati protocolli» rispetto alla raccolta di tracce biologiche riduca notevolmente il tasso di discrezionalità delle valutazioni che è chiamato ad assumere l'organo procedente, fino ad assimilarle, nel caso di prescrizioni molto dettagliate, a meri automatismi. Come pure, anche ammettendo che l'acquisizione di reperti geneticamente rilevanti implichi valutazioni che richiedono adeguate cognizioni tecniche, un certo giudice potrebbe ancora negarle la qualifica di accertamento tecnico, obiettando che in questo caso l'aspetto valutativo si manifesta non nello studio critico degli elementi raccolti, come prevede la definizione consolidata in giurisprudenza, ma soltanto in scelte riguardanti aspetti esecutivi, quali, per esempio, l'individuazione delle zone in cui ricercare le tracce di materiale biologico».

difensive *ex art. 360* in quanto attività fisiologicamente irripetibile e riversante tutto il suo peso nella successiva fase di analisi.

In altre parole, l'esclusione dalle garanzie di cui al 360 c.p.p. per le fasi di raccolta di materiale genetico, non risulta ragionevolmente sostenuta non soltanto per via della componente discrezionale valutativa insita nei rilievi tecnici in materia di indagine genetica; ma anche per le ragioni – già espresse sopra – relative alla particolarità dell'analisi e alla stretta interrelazioni tra le fasi che precedono l'analisi stessa, essendo queste legate tutte dall'esigenza di assicurare l'affidabilità del risultato finale: «e non c'è dubbio che prevedere l'applicazione del regime dell'art. 360 c.p.p. significhi incrementare considerevolmente le probabilità di conseguire risposte attendibili»<sup>41</sup>.

### 3. *La catena di custodia*

In generale, ma ancor più se di indagine genetica si tratta, di fondamentale importanza appare la verifica circa il rispetto e l'integrità della *catena di custodia* dei reperti biologici, perché alla necessità della dialettica tra accusa e difesa in questa delicata fase procedimentale, si affianca la necessità di garantire l'affidabilità del risultato dell'accertamento.

La catena di custodia consiste nella fissazione e documentazione di tutti i vari passaggi e delle attività svolte sui reperti acquisiti sulla scena del crimine, e tracciabilità<sup>42</sup> degli stessi fino alla celebrazione del processo: alla base c'è la necessità di evitare che inidonee attività di repertazione o non corretta conservazione o catalogazione dei reperti biologici, possa inficiare l'attendibilità dell'analisi genetica nel suo complesso<sup>43</sup>.

A ciò cooperano una serie di fattori, primo fra tutti la competenza e professionalità degli esperti sul luogo del delitto<sup>44</sup>, che, da un lato, porti a scegliere tra le varie alternative quella che garantisca una maggiore efficienza del risultato; e, dall'altro, non comporti errori di manipolazioni, omissioni o contaminazioni.

Del resto – si avrà modo di specificare nel prosieguo dell'inquadramento scientifico, evidenziando quanto un minimo tassello possa essere in grado di alterare

---

<sup>41</sup> Id., 261.

<sup>42</sup> A. PICCININI, *Accertamenti genetico-forensi: raccolta dei campioni, analisi di laboratorio, interpretazione dei risultati*, in *Elementi per una genetica forense*, a cura di Boem-Marelli, 2012, 78 s.; F. GIUNCHEDI, *Gli accertamenti tecnici irripetibili (tra prassi devianti e recupero della legalità)*, Torino, 2009, 11.

<sup>43</sup> Sul punto v. C. BONZANO, *Prova "scientifica": le garanzie difensive tra progresso tecnologico e stasi del sistema*, in *Scienza e processo penale*, C. CONTI (a cura di), Milano, 2011, 104.

<sup>44</sup> S. LORUSSO, *Investigazioni scientifiche, verità processuale ed etica degli esperti*, in *Dir. pen. proc.*, 2010, 11, 1349.

il risultato di analisi, anche a fronte della fondamentale importanza che riveste la manualità dell'operatore –, nonostante le tante metodiche o semplici modalità di acquisizione del reperto possano variare a seconda delle caratteristiche contingenti del caso concreto, il rispetto di generali *standard* di tutela diventa una condizione imprescindibile per preservare la genuinità e trasparenza delle operazioni e, di conseguenza, l'affidabilità del risultato,.

Mancando una metodologia condivisa che scandisca le operazioni del sopralluogo tecnico, l'uso di strumenti e procedure dipende dalla particolarità del caso e, di conseguenza, dal grado di esperienza e sperimentazione degli operatori; ciò riserva una minore controllabilità della genuinità delle attività poste in essere, e maggiori rischi di alterazioni del risultato finale.

Appare, pertanto, auspicabile elaborare linee guida che regolarizzano, seppur all'interno di diverse strategie operative<sup>45</sup> relative al caso concreto, le varie procedure da seguire a seconda della scelta dell'operatore; ma che in ogni caso indirizzano l'attività di questi rendendola controllabile perché inquadrata in predefiniti sistemi operativi da seguire.

L'esigenza è, perciò, quella di elaborare parametri «che sistematizzino le diverse esperienze e i differenti metodi di ricerca, di repertazione, e di conservazione delle tracce biologiche in una prospettiva di uniformità operativa e, al contempo, [che possano] fornire al giudice criteri idonei a dirigere e supportare il controllo sull'attendibilità dell'accertamento compiuto e della ricostruzione del fatto offerta dalle parti<sup>46</sup>.

Ciò senza tralasciare la necessaria presa di coscienza che, anche in presenza di parametri standardizzati, occorre che questi siano affiancati dalla solida preparazione e alto grado di esperienza degli operatori a cui si chiede, talvolta, di adattare i protocolli operativi all'unicità e alle peculiarità di ogni scena del delitto<sup>47</sup>.

Nonostante l'ingresso di nuove indicazioni normative mediante il recente decreto attuativo della Banca dati DNA, permane un vuoto di tutela tanto per il

---

<sup>45</sup> Sulle diverse tecniche di repertazione di v. U. RICCI, *D.N.A. Oltre ogni ragionevole dubbio*, Firenze, 2016; U. RICCI-PREVIDERÈ-FATTORINI-CORRADI, *La prova del DNA per la ricerca della verità. Aspetti giuridici, biologici e probabilistici*, Milano, 2006, p. 114 s.; C. ROBINO, *Diversità di metodi, diversità di risultati: margini di errore e variabili nell'esecuzione del test del DNA*, in *Nuove tecnologie e processo penale*, a cura di Chiavario, 2008, p. 66 s.

<sup>46</sup> Cfr. P. FELICIONI, *Il regolamento di attuazione della banca dati nazionale del DNA: scienza e diritto si incontrano*, in *Dir. pen. proc.*, 2016, 6, 736, nt. 77; in argomento v. D. CURTOTTI, *Indagini sulla scena del crimine ed acquisizione di dati probatori. Protocolli operativi ed utilizzabilità della prova: profili processualistici*, in *Aa. Vv., L'assassinio di Meredith Kercher. Anatomia del processo di Perugia*, M. MONTAGNA (a cura di), cit., 90 s.

<sup>47</sup> Cfr. P. FELICIONI, *Processo penale e prova scientifica: verso un modello integrato di conoscenza giudiziale*, in *Cass. pen.*, fasc.4, 2013, 1620, e ivi richiamato S. BOZZI, A. GRASSI, *Il sopralluogo tecnico sulla scena del delitto*, in *Scienze forensi. Teoria e prassi dell'investigazione scientifica*, 2009, p. 33.

prelievo “processuale” quanto per gli accertamenti urgenti della polizia giudiziaria<sup>48</sup>, che incide negativamente sull’esigenza di preservare una corretta indagine genetica sin dai primi momenti preliminari all’analisi vera e propria; tanto più per l’esigenza di precisare, fissare e documentare tutti i singoli passaggi, posti a tutela della genuinità del risultato<sup>49</sup>.

Il regolamento di attuazione n. 87 del 2016 prevede sì una serie di regole per la tracciabilità delle operazioni tese ad ottenere il profilo genetico, sia da campioni che da reperti; tuttavia, manca una disciplina tesa a preservare il reperto nel momento in cui è materialmente acquisito, in fase di sopralluogo giudiziario<sup>50</sup>.

La problematicità si coglie proprio nell’ampia discrezionalità che la polizia giudiziaria, per via dell’urgenza, ha in questa fase, al cui svolgimento non sempre fa seguito alta professionalità che l’indagine genetica, invece, sempre richiederebbe. La necessità di intervenire potrebbe scontare il rischio che inadeguate modalità di repertazione e conservazione possano alterare la genuinità delle analisi successive; tant’è che c’è chi sostiene – in linea con quanto sopra affermato – che «il sopralluogo è attività estremamente delicata che può inserirsi nell’*iter* formativo della prova del DNA»<sup>51</sup>.

---

<sup>48</sup> Sul “prelievo processuale” e “istituzionale” v. *infra* P. I, Cap. II, § 7 ; Cfr., P. FELICIONI, *Il regolamento di attuazione della banca dati nazionale del DNA: scienza e diritto si incontrano*, in *Dir. pen. proc.*, 2016, 6, 736: «Quanto al prelievo processuale, considerata la mancanza di norme del provvedimento di attuazione rispetto all’attività disciplinata dagli artt. 224 bis e 359 bis c.p.p., appare auspicabile che la prassi si ispiri alle disposizioni previste per dal regolamento sul prelievo “istituzionale”. Con riguardo agli accertamenti urgenti di polizia giudiziaria, si ricorda che assai frequentemente il momento iniziale dell’*iter* formativo della prova del DNA coincide con la raccolta dei reperti, riconducibile principalmente all’art. 354 c.p.p. che disciplina, seppur in maniera insufficiente, quella fondamentale attività investigativa comunemente chiamata “sopralluogo”. [...] le lacune della disciplina vigente devono essere colmate tenendo conto dell’elevato tasso tecnologico che ormai connota l’istituto: appare improcrastinabile un adeguamento a livello sia regolamentare, con riferimento al profilo tecnico, sia normativo, con riguardo al diritto di difesa e all’attuazione del contraddittorio».

<sup>49</sup> V. CASINI, *Sanzionata dalla Cassazione l’omessa catena di custodia*, in *Dir. pen. proc.*, 2010, 1079, la sentenza ha riconosciuto che “la mancata apposizione dei sigilli alla cosa sequestrata, per la tassatività della nullità, non determina l’illegittimità del sequestro e non impedisce l’utilizzabilità della prova che dai reperti sia in seguito acquisita a condizione però” - ed è questo il dato innovativo - “che sia comunque certa l’identità della cosa sequestrata” e che, “nonostante la mancanza dei sigilli”, possano “escludersi ipotesi di manomissione o di confusione tra reperti”, dovendo il giudice di merito “porsi il problema della genuinità del reperto, eventualmente anche d’ufficio”

<sup>50</sup> «L’aspetto problematico è il seguente: la polizia giudiziaria ha un’ampia discrezionalità tecnica poiché le modalità di svolgimento degli accertamenti e rilievi urgenti non sono specificate dalla legge. Si pensi che il sopralluogo si basa su una metodologia risalente ai primi del novecento che risulta oggi superata dai progressi tecnico-scientifici: per colmare le lacune della disciplina vigente tenendo conto dell’elevato tasso tecnologico che ormai connota l’istituto, appare urgente un adeguamento a livello sia regolamentare, con riferimento al profilo tecnico, sia normativo, con riguardo al diritto di difesa» così P. FELICIONI, *Processo penale e prova scientifica: verso un modello integrato di conoscenza giudiziale*, cit., 1620.

<sup>51</sup> Cfr. P. FELICIONI, *Processo penale e prova scientifica: verso un modello integrato di conoscenza giudiziale*, cit., 1620 e *ivi* richiamati D. CURTOTTI, *Indagini sulla scena del crimine* ed

Tuttavia, alla necessità di scandire i passaggi per garantire una corretta catena di custodia sin dai primi momenti del sopralluogo giudiziario, si affianca una duplice problematica. Da un lato la difficile regolamentazione normativa dei vari *step* tenuto conto che – soprattutto in tema di indagine genetica – l’ampia varietà delle metodiche e il susseguirsi veloce di avanzamenti tecnologici molto contrasta con l’esigenza di fissazione insita nella standardizzazione di tali attività. Dall’altro il non meno imponente problema dell’individuazione delle conseguenze processuali nel caso di mancato rispetto della catena di custodia.

Se, sotto il primo versante, l’impossibilità di precisare nel dettaglio i singoli metodi scientifici, potrebbe risolversi nel delineare norme di indirizzo che quantomeno aiutino a porre in essere tutte le cautele, lasciando un margine di normazione in bianco che faccia sì che le norme non nascano già obsolete ma siano al passo con l’avanguardia metodologica e tecnologica<sup>52</sup>; il problema, tuttavia, permane sotto il secondo versante.

Si è disposti a perdere un importante contenuto informativo proveniente dall’analisi genetica, tenuto conto della potenzialità discriminativa di questa, sol perché non siano rispettate le norme in tema di catena di custodia? O, forse, piuttosto sarà più opportuno lasciare tutto nella discrezionalità del giudicante e spostare l’asse del discorso in fase di valutazione, ovvero sul piano della più o meno affidabilità del risultato?

Si scorge il dilemma di un’alternativa «tra eventuale declaratoria di inutilizzabilità (o nullità) della prova raccolta senza rispetto della catena di custodia da un lato, e riduzione del valore probatorio liberamente apprezzabile dal giudice in sede di valutazione degli elementi di prova, da un altro lato»<sup>53</sup>.

Un orientamento giurisprudenziale assegna al mancato rispetto della catena di custodia un potere di incidere negativamente in punto di attendibilità del risultato finale: non essendo prevista espressamente la sanzione della inutilizzabilità nel caso di non integrità della catena di custodia, eventuali discostamenti o errori, non escludono il materiale così raccolto da quello utilizzabile dal giudice per la decisione,

---

acquisizione di dati probatori, cit., p. 75 ss.; S. LORUSSO, *L'esame della scena del crimine nella contesa processuale*, cit., 261; S. LORUSSO, *L'esame della scena del crimine tra esigenze dell'accertamento, istanze difensive e affidabilità dei risultati*, in *Scienza e processo penale*, cit., p. 33 s.

<sup>52</sup> Cfr. C. CONTI, *Il volto attuale dell'inutilizzabilità: derive sostanzialistiche e bussola della legalità*, in *Dir. pen. proc.*, 2010, 7, 781: «in sostanza, per effettuare una corretta ricognizione dei divieti si renderebbe necessario il ricorso alla scienza ed alla tecnologia, chiamate ad un inedito ruolo di parametro di legalità delle prove».

<sup>53</sup> Cfr. P. FELICIONI, *Processo penale e prova scientifica: verso un modello integrato di conoscenza giudiziale*, in *Cass. pen.*, fasc.4, 2013, 1620.

bensì riversano la relativa incidenza sul libero convincimento del giudice in sede di valutazione<sup>54</sup>.

Eppure, potrebbe trattarsi di violazioni capaci di incidere profondamente sul procedimento di formazione della prova, e sulla genuinità ed integrità del dato raccolto, e di riversare il peso sul risultato di analisi finale: la reale importanza del rispetto della catena di custodia, soprattutto in ambito genetico-forense, mal si accosta alla tendenza tesa a concepire le eventuali mancanze compensate, o colmate, da una valutazione del giudice che, decidendo della idoneità del materiale raccolto ai fini della prova del fatto in fase di valutazione, ingenererebbe un'eccessiva discrezionalità<sup>55</sup> in un settore che – proprio perché estremamente complesso – necessiterebbe della pedissequa osservanza ed elevato livello di precisione su ogni singolo passaggio di analisi, e preliminarmente all'analisi stessa.

Si sostiene che sia proprio la standardizzazione delle relative operazioni ad orientare la risoluzione del problema verso un piano diverso, teso ad escludere dal materiale utilizzabile ai fini della decisione, il mancato rispetto delle norme previste a tutela della catena di custodia; e in questo modo risolvere il problema su un piano diverso da quello della valutazione, quello, cioè, delle regole di esclusione<sup>56</sup>.

---

<sup>54</sup> Cfr. Cass. pen., Sez. I, 22 febbraio 2007, Manno, in *C.E.D. Cass.*, n. 236291, relativa alla mancanza di correttezza della repertazione e della conservazione di tracce ematiche: nel caso concreto, la perizia genetica, tuttavia, era stata ritenuta inattendibile e rinnovata in appello perché il contenuto dei plichi che li conteneva risultava diverso da quanto descritto nei verbali; v. P. FELICIONI, *Processo penale e prova scientifica: verso un modello integrato di conoscenza giudiziale*, cit., 1620 : «Le argomentazioni che le parti possono proporre al giudice in relazione ai risultati probatori influiscono sul convincimento giudiziale e costituiscono una manifestazione del contraddittorio oltre che un'espressione del diritto alla prova. Le parti, dunque, possono compiere osservazioni sulla tecnica di acquisizione dei reperti biologici, sulla loro conservazione e sul metodo di analisi utilizzato nel caso specifico»; in termini analoghi, Cass., sez. III, 19 gennaio 2010, n. 2388, Pirotta, in relazione ad una vicenda in cui era stata rilevata una difformità tra la descrizione effettuata nel verbale di sequestro redatto dalla polizia giudiziaria ed il reperto periziato, conservato in uno scatolone aperto senza apposizione di sigilli. La Suprema Corte ha affermato che il giudice di merito avrebbe dovuto porsi, anche d'ufficio, il problema della genuinità del reperto e, in mancanza di qualsivoglia spunto in tal senso, ha annullato con rinvio; in questi termini C. CONTI, *Il volto attuale dell'inutilizzabilità: derive sostanzialistiche e bussola della legalità*, cit., 781

<sup>55</sup> C. CONTI, *Il volto attuale dell'inutilizzabilità: derive sostanzialistiche e bussola della legalità*, cit., 781 «Un recupero spostato esclusivamente sul piano della valutazione [...] potrebbe rivelarsi inidoneo allo scopo, giacché finirebbe per rimettere al giudice una eccessiva discrezionalità che potrebbe schiudere la strada all'errore giudiziario. Specialmente in relazione alle attività di rilevazione di tracce nuove o controverse, un contraddittorio postumo, se del caso con l'ausilio di esperti, si svolgerebbe comunque su di un elemento già trasformato dall'attività acquisitiva della cui correttezza si fa questione, lavorando a ritroso sull'efficacia causale degli interventi esterni sul reperto»

<sup>56</sup> Cfr. *Ead.*, 781 s. «E' proprio l'assenza di divieti probatori a tutela dell'idoneità accertativa degli elementi che induce a spostare al momento della valutazione quelle problematiche che dovrebbero essere risolte sul piano delle regole di esclusione. [...] Una disciplina futuribile – certamente destinata ad arricchirsi e complicarsi anche a seconda del tipo di attività da compiere – profila uno scenario di regole di esclusione *sui generis*, che concernono le modalità acquisitive ed il cui contenuto parla un linguaggio scientifico».



La medesima dottrina, da ultimo citata, tuttavia, pone delle specificazioni tenuto conto della presenza di specifici protocolli e di normazioni – tra cui il regolamento n. 87/2016 – che prevedono una serie di regole per la tracciabilità delle operazioni tese ad ottenere il profilo genetico.

Secondo la dottrina su richiamata, si sostiene che dinanzi a violazioni concernenti la catena di custodia, almeno di regola, non si fa questione della *acquisizione* di un elemento, bensì della *conservazione* di un dato probatorio già cristallizzato. Pertanto, anziché prospettare l'operatività della sanzione dell'inutilizzabilità, appare esigibile il controllo del giudice nel contraddittorio delle parti sulle vicende della conservazione. Si precisa, che il tipo di valutazione, alla quale il giudice è chiamato, varia a seconda del tipo di vizio che affligge la catena di custodia. In alcuni casi, egli sarà in grado di apprezzare la genuinità del reperto attraverso l'uso di massime di esperienza, ad esempio esaminando alla luce delle risultanze probatorie la possibilità che terze persone abbiano avuto accesso ai materiali o li abbiano alterati. In altri casi, il giudice non potrà che ricorrere all'impiego di leggi scientifiche, come accade se risulta che un reperto è stato conservato in condizioni ambientali inidonee. In ipotesi del genere – si sostiene – soltanto un esperto potrà essere in grado di stabilire se la mancata adozione di cautele adeguate possa aver influito sulla genuinità del dato: «quest'ultima situazione, invero, appare assai simile a quella sopra analizzata relativa alla repertazione compiuta senza il rispetto delle *best practices*: in casi del genere, la conservazione finisce per costituire parte integrante dell'attività di acquisizione»<sup>57</sup>.

Anche altra dottrina avanza una soluzione flessibile che lasci all'organo giurisdizionale la possibilità di valutare se il mancato rispetto degli *standard* prescritti abbia inciso in concreto sull'attendibilità dei risultati di un rilievo o di un accertamento tecnico: «anziché precludere drasticamente *ex lege* ogni impiego processuale di tali elementi, la deviazione dal protocollo condiviso dovrebbe determinare una presunzione *iuris tantum* di ridotta attendibilità; presunzione che resterà comunque superabile dall'organo giurisdizionale qualora – verosimilmente avvalendosi delle indicazioni fornitegli da un esperto – sia in grado di dare conto in modo plausibile delle «ragioni che, malgrado l'errore, inducono a riporre fiducia sulla genuinità del reperto»<sup>58</sup>.

In un'ottica di potenziamento ed essenzialità del rispetto della catena di custodia, si è di recente espressa la Cassazione<sup>59</sup> in un noto caso giudiziario<sup>60</sup>.

---

<sup>57</sup> C. CONTI, *Il volto attuale dell'inutilizzabilità: derive sostanzialistiche e bussola della legalità*, cit., 781.

<sup>58</sup> A. CAMON, *La prova genetica tra prassi investigative e regole processuali*, in *Proc. pen. giust.*, 2015, 6, 166.

<sup>59</sup> Cass. pen., Sez. V., 7 settembre 2015, n. 36080, Bruno, in *www.giurisprudenzapenale.com*.

<sup>60</sup> Si fa riferimento all'omicidio di Meredith Kercher; sul caso si v. C. CONTI - E. SAVIO, *La sentenza d'appello nel processo di Perugia: la "scienza del dubbio" nella falsificazione delle ipotesi*,

La Suprema corte, parlando di clamorose *defaillances* o “amnesie” investigative e colpevoli omissioni nell’attività di indagine, perimetrata da un non poco rassicurante clamore mediatico afferma che le risultanze genetiche su cui maggiormente si è soffermato l’interesse processuale, in quanto dati non verificati, non possono conseguire in ambito processuale neppure la valenza di meri indizi<sup>61</sup>.

La Corte pone l’attenzione sull’attività di repertazione, conservazione ed analisi del reperto, sottolineando la necessità che queste siano rispettose delle regole di esperienza consacrate dai protocolli in materia quali *standards* di affidabilità del relativo risultato; tanto che ad un dato di analisi genetica, non rispettoso dei protocolli descritti, non potrebbe riconnettersi rilevanza alcuna, neppure di mero indizio.

Ciò potrebbe far pensare che il recente approdo giurisprudenziale sia orientato nell’escludere dal materiale influente per la decisione un dato non verificato in quanto assunto in violazione delle prescrizioni previste dai protocolli in materia. Eppure la scelta della Corte non è stata quella di affermare una espressa inutilizzabilità del dato; bensì, in ogni caso, quello di sottoporre lo stesso all’apprezzamento del giudice, seppur sottolineando che non si potesse elevarlo anche solo al grado semplice indizio: «in tal contesto, non è il *nulla*, da ritenere *tamquam non esset*. Ed infatti, è pur sempre un dato processuale, che, ancorchè privo di autonoma valenza dimostrativa, è comunque suscettivo di apprezzamento, quanto meno in chiave di mera conferma, in seno ad un insieme di elementi già dotati di soverchiante portata sintomatica»<sup>62</sup>.

La Corte preferisce – all’affermazione di un’espressa inutilizzabilità – inquadrare la questione all’interno di un giudizio *presuntivo* di sostanziale, intrinseca inaffidabilità di qualsivoglia analisi genetica che discenda dal mancato rispetto delle metodiche di repertamento e delle profilassi in materia di inquinamento seguite dalla comunità scientifica di riferimento: «Il mancato rispetto delle *best practices* o degli *standard*, secondo la sentenza in esame, prima ancora che influenzare il momento valutativo, può incidere negativamente sulle prerogative difensive (ad esempio, in termini di non ripetibilità dell’esperimento) e, oltretutto, assoggetta la pubblica accusa al peso di dimostrare che la metodica impiegata, seppur difforme

---

in *Dir. pen. proc.*, 2012, 575 s.; P. TONINI - C. CONTI, *Il processo di Perugia tra conoscenza istintuale e scienza del dubbio*, in *Arch. pen.*, 2012, n. 2, pp. 1 s.; per un quadro della vicenda fino alla sentenza di appello *bis* si veda D. SIGNORI, *Passato e futuro nelle sentenze per l’omicidio di Meredith Kercher*, *ivi*, 6, 2015, 748 s.; P. TONINI – D. SIGNORI, *Il caso Meredith Kercher*, in C. CONTI (a cura di), *Processo mediatico e processo penale*, cit., pp. 135 s.

<sup>61</sup> Per un commento alla sentenza si v. C. BRUSCO, *Prova scientifica e ragionevole dubbio: in margine a un caso di omicidio*, in *Foro it.*, 2016, parte II, col. 463; Cfr. P. TONINI, *Nullum iudicium sine scientia. Cadono vecchi idoli nel caso Meredith Kercher*, in *Dir. pen. proc.*, 2015, 11, 1410: «Fino ad oggi la giurisprudenza tradizionale ha dato per scontato il seguente principio: tutto ciò che è stato precisato e verbalizzato da parte di un esperto, anche se ciò è avvenuto nel corso di un atto non ripetibile in dibattimento, è utilizzabile come prova perché ormai è entrato nelle conoscenze ufficiali del processo».

<sup>62</sup> Cass. pen., Sez. V., 7 settembre 2015, n. 36080, cit.

dalla miglior prassi tecnica, non ha, nel caso di specie, neppure in potenza, alterato il quadro delle evidenze»<sup>63</sup>.

Seppur non tendente verso il riconoscimento della sanzione processuale di inutilizzabilità del risultato non rispettoso dei protocolli scientifici internazionali in materia di repertazione e conservazione dei supporti da esaminare, l'assunto a cui giunge la Corte di Cassazione con tale pronuncia, rappresenta comunque un primo passo verso la presa di coscienza della fondamentale importanza – a maggior ragione in questo particolare settore – delle norme poste a tutela della affidabilità e genuinità del risultato dell'indagine genetica.

Tuttavia, soltanto una presa di posizione più rigorosa tendente ad escludere dalla valutazione un dato scientifico raccolto in modo non ortodosso, dovrebbe essere l'unica percorribile per salvaguardare, in ogni caso, l'affidabilità del risultato scientifico.

La posizione della Corte, anche più di recente, si muove però in direzione contraria, finendo per ribadire – in modo meno rigoroso ma più trasparente – le conclusioni cui era pervenuta con la pronuncia su indicata: si afferma espressamente che «un corretto inquadramento della questione deve muovere dalla considerazione che ci si muove sul terreno della prova e non delle sanzioni processuali: una difformità nelle modalità operative non determina l'inutilizzabilità dell'atto ma pregiudica la attitudine dimostrativa del dato al quale si perviene in forza di un accertamento che si è sviluppato anche o solo attraverso le indicate modalità»<sup>64</sup>.

La Corte ribadisce che non vi è spazio alcuno per delineare una qualche forma di *prova legale negativa*, ancorché il dato risultante da accertamenti non “ortodossi” precluda che all'indizio possano essere attribuiti i caratteri della precisione e della gravità: quel dato resta pur sempre coinvolto nel contesto valutativo insieme alle complessive evidenze disponibili<sup>65</sup>.

---

<sup>63</sup> Cfr. L. LUPÀRIA, *Le promesse della genetica forense e il disincanto del processualista. Appunti sulla prova del DNA nel sistema italiano*, in *Riv. it. med. Leg. (e del Diritto in campo sanitario)*, fasc.1, 2016,16: «Se è vero che, a mente dell'articolo 192, comma 2, c.p.p., l'esistenza di un fatto può ben essere inferita da indizi che rispondano ai canoni di gravità, precisione e concordanza, si deve ricordare che, prima ancora di poter accedere al vaglio di questi tre parametri, occorre che l'indizio abbia carattere di “certezza”. Per dirla in maniera piana: non avrebbe senso porsi il problema della gravità e della precisione rispetto a un dato la cui stessa consistenza può essere posta in dubbio. Ne consegue che alle risultanze tratte da materiale mal appreso (o mal conservato) non possa riconnettersi rilievo alcuno, neppure a livello di mero indizio. Dunque, pur trattandosi di elemento in astratto sempre valutabile dal giudice, esso diviene, concretamente, un frammento di esperienza da riporre ai confini dell'apprezzamento giudiziale».

<sup>64</sup> Cfr. Cass. pen., Sez. IV, 5 febbraio 2017, n. 26255.

<sup>65</sup> *Idem*.

#### 4. Prospettive de jure condendo a tutela del diritto di difesa e dell'attendibilità dell'analisi genetica

Occorre, infine, riflettere su prospettive *de jure condendo* che possano offrire delle soluzioni tanto alla problematica appena rilevata di garantire il rispetto di tutti i singoli passaggi preliminari all'indagine genetica, ovvero coinvolgenti le attività di sopralluogo giudiziario nel suo complesso; quanto alla necessità di conservare una coerente dialettica tra accusa e difesa nell'eventualità – tutt'altro che rara – del compimento delle attività su indicate, quando dalle indagini ancora non risulta possibile provvedere all'attribuzione soggettiva della notizia di reato ad un indagato, e, di conseguenza, non sia possibile attivare il meccanismo di garanzie difensive previsto dall'art. 360 c.p.p.

L'art. 366, impone in questi casi che il verbale sia rapidamente depositato nella segreteria del pubblico ministero e che il difensore ne venga avvertito; ma è un *palliativo*<sup>66</sup> e la giurisprudenza, tra l'altro, risulta contrastante sulle garanzie previste dalla suddetta norma e sulle relative conseguenze processuali<sup>67</sup>.

---

<sup>66</sup> A. CAMON, *La disciplina delle indagini genetiche*, in *Cass. pen.*, fasc.4, 2014, pag. 1426B, l'Autore riportando il virgolettato di P. TONINI, *Dalla perizia prova neutra al contraddittorio sulla scienza*, in *Scienza e processo penale. Nuove frontiere e vecchi pregiudizi*, C. CONTI (a cura di), cit., 8, afferma che nel complesso, siamo dinanzi ad un assetto che contraddice platealmente la massima secondo cui «nessuna parte può modificare in modo irreversibile la fonte da cui si ricava l'elemento di prova scientifica senza che sia stato instaurato il contraddittorio con la controparte»

<sup>67</sup> La redazione di un verbale scarso e sommario viene ritenuta, dalla Corte Suprema, mera irregolarità: ove si tratti di atti irripetibili, è sufficiente che venga assicurata «la certezza dell'individuazione dei dati essenziali, quali le fonti di provenienza, le persone intervenute all'atto e le circostanze di tempo e di luogo della constatazione dei fatti» cfr. *Cass. pen.*, 6 ottobre 2006, Delussu, in *Ced Cass.* 234884; si v. anche *Cass.*, 22 ottobre 2003, De Sannio, in *Cass. pen.* 2004, 3301; *Cass.*, 10 aprile 2008, S., in *CedCass.* 239989. Si consideri ancora, i contrastanti approdi della giurisprudenza di legittimità in relazione al deposito del verbale contenente gli esiti del c.d. *alcoltest*: cfr. *Cass. pen.*, Sez. III, 02 dicembre 2010, n. 12025, in *Cass. pen.* 2012, 2, 666: «In tema di guida in stato di ebbrezza, l'omesso deposito del verbale contenente gli esiti del c.d. *alcoltest* non integra alcuna nullità, ma costituisce una mera irregolarità che non incide sulla validità o sull'utilizzabilità dell'atto, rilevando solo ai fini della decorrenza del termine entro il quale è consentito l'esercizio delle attività difensive»; nello stesso senso, v. *Cass. pen.*, Sez. IV, 15 ottobre 2009, n. 4159, Tamburini, in *C.E.D. Cass.*, n. 246418; *Cass. pen.*, Sez. IV, 7 febbraio 2006, n. 26738, Belogi, *ivi*, n. 234512; *Cass. pen.*, Sez. IV, 20 settembre 2004, n. 41702, Nuciforo, *ivi*, n. 230276; *Cass. pen.*, Sez. IV, 22 aprile 2004, n. 31333, Siciliano, in *Cass. pen.*, 2005, p. 1675; *Cass. pen.*, Sez. IV, 22 ottobre 2003, n. 43376, De Sannio, in *C.E.D. Cass.*, n. 226033. In senso difforme, v. *Cass. pen.*, Sez. IV, 16 settembre 2003, n. 42020, Della Luna, in *Cass. pen.*, 2005, p. 1675, che ha precisato che, in tema di guida in stato di ebbrezza, l'omesso avviso di deposito, previsto dall'art. 366 c.p.p., del verbale contenente i risultati dell'*alcoltest* integra gli estremi della nullità relativa, la quale, se ritualmente eccepita, comporta l'inutilizzabilità dell'accertamento effettuato con tale mezzo di prova. In linea con tale contrario indirizzo, v. anche Sez. V, 22 febbraio 1996, n. 5276, Maccari, in *Arch. giur. circ.*, 1997, p. 36, secondo cui il c.d. *alcoltest* costituisce atto di polizia giudiziaria urgente ed indifferibile ai sensi dell'art. 354, comma 3, c.p.p., stante la naturale alterabilità, modificabilità e tendenza alla dispersione degli elementi di fatto che sono oggetto della predetta analisi; pertanto, il difensore ha diritto di assistere a tale accertamento, pur non essendo dovuto il preventivo avviso, ed il relativo verbale deve essere depositato entro tre giorni a norma

Ovviamente, dalla situazione di un indagato fisiologicamente ignoto, diverge indubbiamente la circostanza per cui nonostante sia già stata individuato un indagato, il pubblico ministero non abbia ancora provveduto all'iscrizione del suo nome nel registro *ex art* 335 c.p.p.: ciò si tradurrebbe in una elusione della norma e vanificazione delle garanzie ivi previste<sup>68</sup>.

Se ciò accadesse l'accertamento *de quo* sarebbe pur sempre compiuto violando il diritto di difesa dell'indagato; in tal modo «non dovrebbe essere utilizzabile, perché compiuto in violazione del diritto di partecipare a tale atto; potrebbe, difatti, configurare un'ipotesi di nullità d'ordine generale *ex art*. 178 lett. c c.p.p., risolvendosi in un'inosservanza concernente l'intervento e l'assistenza del soggetto *de quo* con riferimento ad una procedura che, invece, dovrebbe essere "garantita", in quanto funzionale alla verifica probatoria dei fatti»<sup>69</sup>.

Nell'eventualità in cui, invece, nella fase di indagine non è ancora possibile incanalare le stesse verso un determinato indagato, una serie di soluzioni sono state prospettate per garantire l'operatività delle garanzie difensive.

E' stata avanzata in dottrina una soluzione che permetterebbe di garantire la professionalità, e affidabilità dei risultati mediante l'istituzione di un organismo terzo, una struttura pubblica indipendente, da accreditare secondo appropriate procedure di certificazione, a disposizione non soltanto dell'accusa e del giudice, ma anche della difesa, se non per l'intervento *in loco* quantomeno per le analisi tecnico-scientifiche del materiale repertato sulla scena del crimine<sup>70</sup>. Un organismo che assicuri, pertanto, «l'anticipazione di un contraddittorio tecnico», tale da conciliare «non dispersione del dato probatorio, da un lato, e tutela della persona sottoposta a indagini e del suo diritto di difesa, dall'altro»<sup>71</sup>.

Soluzione però – definita da parte della dottrina, ardita e delicata<sup>72</sup> e da altra ancora, espressione di un'idea stimolante<sup>73</sup> – per le sue implicazioni, potrebbe risultare difficilmente praticabile perché complesso sarebbe «affrontare e risolvere preventivamente problemi di non poco conto, dall'ambito in cui istituire tale struttura,

---

dell'art. 366 c.p.p.; la violazione di tale prescrizione integra una nullità relativa, sanabile se non eccepita tempestivamente, ovvero se non ha determinato un'effettiva *deminutio* della possibilità di difesa.

<sup>68</sup> Cfr. Corte Cost., sent. 16 maggio 1994, in *Cass. pen.*, 1994, p. 2393, che ha chiarito che non si pone il problema di tutelare il diritto di difesa dell'inquisito la cui identità sia ancora sconosciuta; v. *infra* nota 70.

<sup>69</sup> Cfr. C. FANUELE, *Note di diritto straniero e comparato l'indagine genetica nell'esperienza italiana ed in quella inglese*, cit., 732.

<sup>70</sup> G. SPANGHER, *Brevi riflessioni, sparse, in tema di prova tecnica*, in *Aa. Vv. Scienza e processo penale*, C. CONTI (a cura di), Milano, 2011, 28.

<sup>71</sup> M. MONTAGNA, *Il sopralluogo*, in *Aa. Vv., le indagini atipiche*, A. SCALFATI (a cura di), Torino, 2014, 233.

<sup>72</sup> S. LORUSSO, *L'esame della scena del crimine nella contesa processuale*, cit., 261.

<sup>73</sup> A. CAMON, *La disciplina delle indagini genetiche*, cit., 1426B «ricorda un poco quel "garante della legalità del procedimento" che era stato immaginato negli anni di piombo, per risolvere il problema posto dai brigatisti che rifiutavano l'assistenza d'un difensore».

alle sue connotazioni e ai soggetti istituzionali chiamati ad esercitare il controllo sul suo operato»<sup>74</sup>.

Si è, anche, sostenuta la possibilità di porre rimedio alla partecipazione difensiva dell'indagato ancora ignaro mediante la partecipazione obbligatoria del difensore d'ufficio, per ogni atto investigativo compiuto sulla scena del crimine.

Soluzione però, disincentivata dalla giurisprudenza della Corte costituzionale che sul punto ha chiarito che non si pone il problema di tutelare il diritto di difesa dell'inquisito la cui identità sia ancora sconosciuta. Pertanto, anche con riferimento all'ipotesi in cui davvero sia ancora ignoto l'indagato prima dell'analisi del DNA, non pare prospettabile la seguente soluzione: che il pubblico ministero, dovendo compiere un atto per il quale è prevista l'assistenza del patrocinatore, dia avviso ad un difensore d'ufficio. Difatti, il ricorso ad un siffatto legale è previsto per il caso in cui l'indagato (o l'imputato) non ne abbia nominato uno di fiducia o ne sia rimasto privo, mentre, nel caso di specie, è il procedimento che è privo ancora di un indagato. Invece, il difensore assiste sempre una persona che abbia assunto tale qualità; non già un indagato (potenziale) ignoto che potrebbe non essere mai individuato<sup>75</sup>.

A fronte della delicatezza della materia e l'avvertita esigenza di sempre maggiore affidabilità dei risultati, si è portata l'attenzione sulla fondamentale importanza che rivestono i protocolli in materia – di cui si è già posto l'accento in tema di catena di custodia –, che scandiscono precisamente le singole metodiche d'investigazione tecnico-scientifica<sup>76</sup>.

Tuttavia, sostenere una genuinità delle operazioni pur condotte in assenza dell'indagato e del suo difensore, sulla base del sol rispetto degli *standard* approvati e riconosciuti, e, quindi, condivisi, genererebbe la medesima perplessità su indicata, in ordine alle conseguenze processuali in termini di sanzioni per la loro inosservanza<sup>77</sup>.

Indubbiamente, per via della variabilità delle metodiche e del continuo avanzamento tecnologico, un rigido inquadramento all'interno di regole prefissate richiederebbe un aggiornamento quotidiano, difficilmente supportabile all'interno di

---

<sup>74</sup> Cfr. S. LORUSSO, *L'esame della scena del crimine nella contesa processuale*, cit., 261; cfr. C. GABRIELLI, *Ancora nulla di fatto in tema di acquisizione di reperti biologici e garanzie processuali. Spunti per una ineludibile rimeditazione legislativa della disciplina*, cit., 968D, in cui si aggiunge «l'eventuale inerzia del garante, che ometta di formulare obiezioni al *modus procedendi* dell'accusa sebbene lo stesso risulti discutibile, potrebbe precludere, o almeno indebolire, le censure che il futuro difensore riterrà di muovere all'operato non ineccepibile dell'autorità procedente».

<sup>75</sup> Cfr. Corte Cost., sent. 16 maggio 1994, in *Cass. pen.*, 1994, p. 2393.

<sup>76</sup> S. LORUSSO, *L'esame della scena del crimine nella contesa processuale*, cit., 261 F. CASASOLE, *Le indagini tecnico-scientifiche: un connubio tra scienza e diritto in perdurante attesa di disciplina*, in *Dir. pen. proc.*, 2008, 1443 s.

<sup>77</sup> S. LORUSSO, *L'esame della scena del crimine nella contesa processuale*, cit., 261, suggerisce di tener conto dell'entità delle singole violazioni calibrando così le relative sanzioni e ricorrendo comunque alle consolidate categorie delle nullità di ordine generale (nei casi di lesione del diritto di difesa) e dell'inutilizzabilità (riferibile al tema del materiale cognitivo a disposizione del giudice).

un contesto normativo, tanto a livello di legge ordinaria, quanto a livello di normazione secondaria<sup>78</sup>; per questo, su si indicava una soluzione che potesse tener conto di questa variabilità. Anche a prescindere dalla difficoltà di rinnovare costantemente tali disposizioni, ritorna il problema delle conseguenze processuali nell'ipotesi della loro violazione.

Estremamente ragionevole, invece, oltre che utile da un punto di vista pratico, la soluzione avanzata in dottrina che tende a porre rimedio alla fisiologica assenza del difensore nel compimento delle attività di indagine, così delicate quali raccolta e repertazione di residui biologici, mediante l'utilizzo di forme di documentazioni particolari, quali la videoregistrazione integrale delle operazioni compiute<sup>79</sup>.

Una semplice documentazione scritta<sup>80</sup>, seppur comprensiva di accurati rilievi fotografici, consentirebbe solo limitatamente al futuro difensore di esercitare il proprio diritto di difesa, nei confronti di un accertamento che si è comunque compiuto in sua assenza.

La videoregistrazione integrale, pertanto, consentirebbe di esercitare, seppur *ex post* un confronto dialettico la cui proficuità potrebbe risultare indubbiamente compromessa se si esercitasse solo sulla base della tradizionale modalità di documentazione<sup>81</sup>, e non anche sulla base di una strumentazione capace di registrare con precisione ogni singolo passaggio nelle fase preliminari e contestuale all'accertamento.

Accolta con favore, pertanto, la proposta di imporre la forma di videodocumentazione delle attività poste in essere in sede di accertamento tecnico non ripetibile, nel caso in cui l'indagato risulti ancora ignoto; si evidenzia l'opportunità –

---

<sup>78</sup> Perplexità sono state avanzate proprio in questo senso da parte della dottrina secondo la quale inglobare nell'ordinamento i protocolli tecnico-scientifici – quand'anche a tal fine venissero usate fonti regolamentari, come tali più agili della legislazione primaria – non eliminerebbero il rischio d'irrigidire regole che cambiano molto rapidamente: l'esperienza non autorizza a riporre molta fiducia nel fatto che tali disposizioni, una volta varate, sarebbero poi tempestivamente aggiornate, cfr. A. CAMON, *La disciplina delle indagini genetiche*, cit., 1426B.

<sup>79</sup> F. CAPRIOLI, *La scienza «cattiva maestra»: le insidie della prova scientifica nel processo penale*, in *Cass. pen.* 2008, 3530.

<sup>80</sup> Sul punto è stato evidenziato l'esigenza di maggiore rigore per una corretta verbalizzazione delle operazioni proveniente dalla Corte EDU, 17 ottobre 2013, *Horvatic c. Croazia*, in *Proc. pen. giust.* 2014, n. 2, 22, che, riscontrandone l'assenza, ha censurato la decisione dei giudici nazionali di non provvedere, malgrado le ripetute istanze del ricorrente, ad un esame approfondito delle circostanze in cui la prova biologica era stata acquisita e conservata. Non avendo consentito all'interessato di contestare la genuinità del materiale organico prelevato e di dimostrarne la manipolazione, malgrado la verbalizzazione carente e incompleta delle operazioni, la Corte nazionale è incorsa, secondo i giudici di Strasburgo, nella violazione dell'equità processuale di cui all'art. 6 comma 1 CEDU; così C. GABRIELLI, *Ancora nulla di fatto in tema di acquisizione di reperti biologici e garanzie processuali. Spunti per una ineludibile rimeditazione legislativa della disciplina*, cit., 968D.

<sup>81</sup> C. GABRIELLI, *Ancora nulla di fatto in tema di acquisizione di reperti biologici e garanzie processuali. Spunti per una ineludibile rimeditazione legislativa della disciplina*, cit., 968D: «il verbale è inidoneo a fornire una descrizione delle operazioni in questione equiparabile – per completezza, accuratezza e, dunque, per affidabilità – a quella offerta dalla videoregistrazione».

per le ragioni su indicate, relative alla particolarità dell'indagine genetica, ai pericoli di contaminazione e alla relativa esigenza di preservare la genuinità e correttezza delle operazioni poste in essere – di imporre per la raccolta, prelievo, repertazione e operazioni successive, la garanzia di una controllabilità del procedimento, seppur preliminare all'analisi per le ritenute ripercussioni che questa fase ha sull'affidabilità del risultato finale.

In altre parole, seguendo il ragionamento precedentemente fatto in tema di necessario superamento della distinzione tra rilievi e accertamenti, si ritiene che la modalità di partecipazione difensiva, mediante presa di coscienza visiva delle attività svolte in fase di raccolta e repertazione di materiale biologico, permette di effettuare un miglior confronto dialettico rispetto ad una semplice lettura della verbalizzazione di tali attività, oltre che una migliore tensione verso una coerente ortodossia procedurale e conseguente maggiore affidabilità del risultato.

Così ragionando, si dovrebbe pertanto sostenere – *de jure condendo* – la necessità di un intervento normativo tale da stabilire l'obbligatorietà di detta procedura per risolvere il problema della partecipazione difensiva dell'indagato non ancora noto al momento dell'accertamento di cui al 360 c.p.p.; e alla necessità che – superata la distinzione tra rilievo e accertamento quantomeno nel settore della complessa e delicata indagine genetica – la videoregistrazione rappresenti la modalità del compimento di tali attività che possa garantire una reale, seppur posticipata, partecipazione difensiva.

Alla luce di quanto premesso, si ritiene pertanto che la conseguenza, in termini di sanzione processuale, nel caso di mancato rispetto della procedura su indicata – proprio perché posta a tutela dell'inviolabile diritto di difesa, e del confronto dialettico sulla formazione del materiale probatorio (o comunque, vertente sull'attività che potrebbe incidere notevolmente sulla formazione di questo) – debba necessariamente inquadarsi – *de jure condendo* – nell'ottica della inutilizzabilità del risultato di analisi laddove non sia posta in essere tale garanzia<sup>82</sup>.

---

<sup>82</sup> Si v. Id., 968, «[l'obbligo della videoregistrazione] eviterebbe una irragionevole asimmetria di trattamento processuale fra l'indagato ignoto al momento delle operazioni e quello noto il cui difensore non sia stato messo in condizione di partecipare alle stesse perché non avvisato. Ove l'obbligo di videoregistrazione sussistesse soltanto per le indagini tecnico-scientifiche che si svolgono quando l'indagato non sia stato ancora individuato, in caso di inadempimento il difensore successivamente nominato potrebbe eccepire l'inutilizzabilità *contra reum* delle risultanze, mentre il difensore dell'indagato già noto che non sia stato avvisato potrebbe soltanto denunciare una più blanda nullità a regime intermedio. Invece, ove il legislatore processuale imponesse di videoregistrare tutte le operazioni irripetibili o indifferibili – o almeno quelle in cui il difensore non sia stato presente –, in ambedue i casi l'inottemperanza farebbe scattare l'inutilizzabilità *contra reum* dei risultati. D'altra parte, anche qualora l'obbligo di provvedere alla videoregistrazione sia stato rispettato, il difensore dell'indagato non avvertito del loro compimento potrà comunque dolersi della violazione arrecata al diritto all'assistenza difensiva ai sensi dell'art. 178 comma 1 lett. c) c.p.p.



Si giunge a questa conclusione, ragionando intorno alla sanzione di inutilizzabilità prevista dal comma 5 dell'art. 360 c.p.p.: la sanzione ivi prevista opera laddove l'indagato – messo in condizione, tramite l'avviso al difensore e la nomina di propri consulenti, di partecipare all'accertamento tecnico – promuova riserva di incidente probatorio, eclissata da un intervento maldestro del pubblico ministero che decida di procedere in ogni caso con l'accertamento tecnico in quanto erroneamente considerato, oltre che non ripetibile, anche non differibile.

Qui la *ratio* dell'inutilizzabilità trova il proprio fondamento in una *deminutio* di garanzie difensive – prima fra tutte la realizzazione di contraddittorio tra le parti per via della presenza del giudice – che l'incidente probatorio avrebbe dovuto preservare rispetto alla procedura prevista dal 360 c.p.p.; procedura che comunque – lo si è ripetuto più volte – tutela la partecipazione difensiva mediante un confronto dialettico tra le parti.

Pertanto, se la conseguenza normativamente prevista in termini di sanzione processuale è quella della inutilizzabilità di un accertamento condotto *ex art.* 360 c.p.p., che comunque ha tutelato – seppur in versione ridotta rispetto alle garanzie dell'incidente probatorio – il diritto di difesa; a maggior ragione dovrebbe scattare tutte le volte in cui, ad indagato ignoto, l'omessa videoregistrazione eliminerebbe *in toto* qualsiasi forma di partecipazione difensiva diversa da una semplice presa visione del verbale<sup>83</sup>.

---

<sup>83</sup> Sul punto A. PULVIRENTI, *Un caso di mancato contraddittorio in tema di accertamenti tecnici irripetibili per l'analisi del DNA: nullità o inutilizzabilità?*, in *Proc. pen. giust.* 2014, n. 3, 51, l'Autore afferma che se sono inutilizzabili «gli accertamenti tecnici irripetibili ai quali la persona sottoposta alle indagini e il suo difensore hanno potuto partecipare attivamente (...) ma con un corredo di garanzie inferiore ad un certo standard normativo (incidente probatorio) dai medesimi invocato, a fortiori lo devono essere quegli accertamenti tecnici irripetibili che l'autorità giudiziaria ha svolto interamente inaudita altera parte»

## CAPITOLO II

### PRELIEVO DI MATERIALE BIOLOGICO

#### 1. *Prelievo di materiale biologico e consenso dell'interessato*

Il prelievo di materiale biologico, si pone nel più ampio quadro degli accertamenti che hanno ad oggetto il corpo della persona, e pone non pochi problemi in punto di disciplina normativa, in quanto tocca principi sensibili, di rango costituzionale perché coinvolgenti i diritti fondamentali. In particolare, emerge la necessità di offrire una tutela a beni costituzionalmente garantiti e potenzialmente lesi, tra i quali la libertà individuale e, trattandosi di beni sensibili, il diritto alla riservatezza.

Nel prosieguo si affronterà il secondo di questi aspetti, notando come la tutela della riservatezza si sia tradotta nelle norme della L. 89 del 2009, e del successivo decreto di attuazione d.p.r. n. 87 del 2016.

Sin da subito, si approfondirà il rapporto tra accertamenti corporali e tutela della libertà personale.

Seguendo una interpretazione letterale, l'inciso *materiale biologico* mal si presta ad una specifica definizione, anzi pare consentire ogni tipo di prelievo a prescindere dalla più o meno invasività dell'operazione posta in essere.

Occorre, pertanto, tracciare un solco costituzionalmente orientato, in modo da inserire correttamente la disciplina del prelievo all'interno dei *casi* e dei *modi* in cui ciò sia consentito alla luce di principi costituzionali.

La scelta del legislatore si muove tra consenso e coazione, e – seppur problemi maggiori si pongono nel caso di mancato consenso da parte dell'interessato – anche per le situazioni in cui il soggetto passivo è di fatto consenziente alle operazioni di prelievo, dubbi e criticità non mancano di manifestarsi.

Emerge, innanzitutto, la questione relativa alla mancanza di una espressa regolamentazione dei prelievi (così come anche per gli accertamenti medici) effettuati sulla base di un atteggiamento collaborativo del soggetto passivo<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Cfr. P. FELICIONI, Accertamenti sulla persona, cit.; P. TONINI - C. CONTI, *Il diritto delle prove penali*, Milano, 2014, 338 s.; C. CONTI, *I diritti fondamentali della persona tra divieti e «sanzioni processuali»: il punto sulla perizia coattiva*, in *Dir. pen. proc.*, 2010, 1002 : «il legislatore, emancipato dagli orpelli dell'art. 13 Cost., non ha avvertito la necessità di prevedere una tutela *ad hoc*, dimenticando - è appena il caso di rilevarlo - le altre norme costituzionali rilevanti ( artt. 2 e 32 Cost.)».

Il motivo di tale silenzio è, probabilmente, da rinvenire nella assenza di compressione della libertà personale a fronte di prelievi ed accertamenti compiuti sulla base del consenso dell'interessato.

Ma ciò potrebbe non esser sufficiente alla luce dei principi costituzionali, e recare una serie di domande a cui il legislatore avrebbe in ogni caso dovuto fornire una risposta.

Non è chiarito dalla norma se le operazioni di prelievo consensuali possano essere espletate prescindendo del tutto dalla gravità del reato oggetto dell'indagine o contenuto in una formale imputazione; e se rilevi il requisito dell'indispensabilità a fini probatori.

Seppur, non con qualche remora si possa dare risposta positiva al quesito, altre perplessità non mancano di manifestarsi in relazione al forse ben più preoccupante aspetto rappresentato dall'assenza di qualsivoglia limite al tipo di attività che può essere compiuta, tenuto conto che nella legge non si trova alcuna espressa limitazione in tal senso.

La domanda è: fino a che punto l'individuo possa disporre di sé stesso e della propria libertà, salute, integrità; senza inciampare in una sorta di *essenza indisponibile*<sup>2</sup>?

Lo stesso potrebbe dirsi anche in rapporto al diritto alla salute *ex art 32 Cost.*, che, indubbiamente, costituisce un limite all'attività di accertamento del fatto, tale che alcun consenso del soggetto passivo possa travalicarlo.

Del resto, in materia di libertà morale è lo stesso codice di rito a prevedere che non possono essere utilizzati metodi o tecniche idonei a influire sulla libertà di autodeterminazione, neppure con il consenso della persona interessata (art. 188 c.p.p.). Ragione per cui sarebbe stato auspicabile che lo stesso legislatore avesse posto degli argini relativi alla compressione dell'integrità fisica, della salute e della dignità nonostante fosse intervenuto il consenso dell'interessato<sup>3</sup>.

Altro aspetto, non meno problematico è dato dalla mancanza di previsioni circa il requisito del consenso, laddove sarebbe stato opportuno prevedere espressamente un consenso informato e volontario: in altri termini si evidenzia la rilevanza dell'informazione sulla finalizzazione del consenso, ovvero sugli scopi del prelievo, e sulle conseguenze di un eventuale rifiuto<sup>4</sup>.

---

<sup>2</sup> Cfr. C. CONTI, *I diritti fondamentali della persona tra divieti e «sanzioni processuali»: il punto sulla perizia coattiva*, cit., 1002 ivi si afferma che occorrerà ritenere operativi quanto meno i limiti stabiliti dall'art. 5 c.c. in relazione agli atti di disposizione del proprio corpo; pur riconoscendo la natura *laconica e ormai datata* della norma; in argomento v. G.GIOSTRA, *Gli importanti meriti e i molti limiti della nuova disciplina*, in *Giur. it.*, 2010, 1221, che individua il criterio della minima offensività quale canone ermeneutico dell'intera disciplina.

<sup>3</sup> Cfr. *Ead.*, 1002.

<sup>4</sup> I. BOIANO, *L'obbligo di informazione sulle finalità del prelievo di campioni organici*, in *Cass. pen.*, fasc.11, 2009, 4349; P. FELICIONI, *Il prelievo di materiale biologico tra consenso e coazione*,

Inoltre, una regolamentazione espressa sul punto avrebbe definitivamente risolto le questioni relative alle cd. *acquisizioni occulte* di materiale biologico<sup>5</sup>: ovvero il materiale biologico già distaccato dal corpo della persona e quindi non rientrante nella disciplina dei prelievi, anche nel caso in cui ciò fosse stato pilotato dall'attività degli organi inquirenti<sup>6</sup>.

Vale la pena ricordare che, in attesa di un intervento normativo che disciplinasse il prelievo coattivo dopo la pronuncia di illegittimità costituzionale del 1996, la giurisprudenza di legittimità seguì un'esegesi che portava a tener conto del rifiuto di prestarsi al prelievo di materiale biologico, pur in presenza di modalità non invasive, come argomento di prova per le valutazioni del giudice<sup>7</sup>.

Si noterà nel prosieguo come, a seguito dei vari innesti normativi, quest'orientamento può dirsi superato; ciò a ragion del fatto che, a prescindere dalla sindacabilità di un comportamento che è espressione di un diritto riconosciuto<sup>8</sup>, resta la dubbia legittimità di far discendere da questo un argomento di prova da utilizzare a discapito dell'imputato, quando ad oggi la valutazione del giudice dovrebbe esplicitarsi solo relativamente al risultato dell'accertamento coattivo eventualmente disposto.

Esposti i dubbi relativi ai vuoti di tutela in riferimento al prestato consenso dell'interessato, cosa accade nel caso di rifiuto del soggetto passivo, e quale sia la relativa disciplina alla luce dei principi costituzionali (primo tra tutti quello dell'inviolabilità della libertà personale), saranno oggetto delle seguenti riflessioni.

## 2. Prelievo di materiale biologico e inviolabilità della libertà personale

---

cit., 3450; riguardo il consenso ad un terzo legato da parentela all'indagato, e l'opportunità di una previa piena informazione sulla facoltà di non collaborare e sulla potenziale utilizzazione dei risultati del test genetico a carico di propri familiari: v. G. GENNARI, *Identità genetica e diritti della persona*, in *Riv. crit. dir. priv.*, 2005, p. 635.

<sup>5</sup> Cfr. C. CONTI, *I diritti fondamentali della persona tra divieti e «sanzioni processuali»: il punto sulla perizia coattiva*, cit., 1002.

<sup>6</sup> Ead., 1002, ivi richiamati i seguenti riferimenti giurisprudenziali: Cass., sez. I, 11 marzo 2003, Esposito, in *Dir. giust.*, 2003, 24, 98; Cass., sez. I, 23 ottobre 2008, Tripodi, in *Cass. pen.*, 2009, 4348; con riferimento alla acquisizione di materiale "naturalmente" distaccato, *ex multis*: Cass., sez. II, 3 ottobre 2008, Vastante, in *CED Cass.*, 242094; Cass., sez. I, 13 aprile 2007, Piras e altri, in *CED Cass.*, 237359; Cass., sez. VI, 4 luglio 2005, Pugliese, in *CED Cass.*, 232122; in dottrina: P. FELICIONI, *Perquisizione, sequestro e prelievo di materiale biologico*, in *Giur. it.*, 2008, 2036.

<sup>7</sup> Cass., sez. II, 4 novembre 2009, Varone e altro, in *Guida dir.*, 2010, 1, 72-73; Cass., sez. II, 8 luglio 2004, Alcamo, in *CED Cass.*, 230245; Cass., sez. I, 20 settembre 2002, Peddio, in *Cass. pen.*, 2003, 3500; Cass., sez. VI, 2 novembre 1998, Archesso, in *Arch. n. proc. pen.*, 1999, 668; Cass. pen., Sez. I, 20 settembre 2002, in *Cass. pen.*, 2004, p. 4166, con nota di M. BORDIERI, *Sul valore probatorio del rifiuto ingiustificato dell'imputato di sottoporsi al prelievo di DNA*.

<sup>8</sup> Cfr. C. CONTI, *I diritti fondamentali della persona tra divieti e «sanzioni processuali»: il punto sulla perizia coattiva*, cit., 1002; in argomento: E. SEGATEL, *Il rifiuto dell'imputato di sottoporsi a prelievi biologici*, in *Riv. dir. proc.*, 2007, 350 s.

La mancanza del consenso del soggetto passivo al prelievo di materiale biologico, genera inevitabilmente problemi di bilanciamento tra contrapposti interessi: da un lato, non dispersione della prova ed esigenza di accertamento del fatto; dall'altro, tutela delle libertà fondamentali dell'uomo e suo diritto di difesa.

La Costituzione attribuisce il carattere di inviolabilità<sup>9</sup> alle libertà fondamentali dell'individuo, inviolabilità affermata nell'ambito della disciplina costituzionale dei diritti e dei doveri del cittadino, che ne caratterizza le norme sui rapporti civili: «costituisce l'*in sé* delle costituzioni le quali potrebbero addirittura esaurire in essa la ragione della loro esistenza perché tutto il resto è organizzazione dello Stato»<sup>10</sup>. L'inviolabilità attiene, pertanto, al rapporto tra individuo e Stato, e si pone come fonte di contenuti a seconda del modo in cui questo rapporto venga concepito: non è casuale che l'inviolabilità è evocata per i diritti di libertà e per il diritto di difesa, che ne costituisce lo strumento di tutela in mano ai cittadini per respingere il potere pubblico e privato. In questo contesto, l'inviolabilità assume una valenza di taglio fondamentale per l'intero ordinamento e definisce quel rapporto tra Stato e individuo in termini di in una intollerabile subordinazione del secondo al primo con le sue libertà individuali<sup>11</sup>.

L'art. 13 Cost.<sup>12</sup> tutela la libertà personale non solo connotandola di inviolabilità, ma anche con la fissazione di presupposti e limiti, ovvero delle condizioni, realizzate le quali, tale libertà possa essere compressa.

Occorre, pertanto, chiedersi fino a che punto possa estendersi il potere dell'autorità giudiziaria in questo settore.

L'art 13 Cost., 2 comma, tutela la libertà personale sulla base di una triplice garanzia: la riserva di legge, la riserva di giurisdizione ed il principio di motivazione.

Solo la legge può indicare le singole misure coercitive, in quanto riserva di legge assoluta che esclude ogni intervento normativo per mezzo di altre fonti alla stessa subordinate; solo la garanzia del procedimento di formazione della legge, con l'indicazione dei casi e dei modi ivi previsti per attuare la compressione della libertà

---

<sup>9</sup> Sul concetto di inviolabilità e sulle relative implicazioni si v. P. GROSSI, *Inviolabilità dei diritti*, in *Enc. Dir.*, vol. XXII, Milano, 1972, 712 s.; A. PACE, *Libertà personale (diritto costituzionale)*, in *Enciclopedia del diritto*, vol. XXIV, Milano 1974, 304 s.

<sup>10</sup> Cfr. C. TAORMINA, *Procedura penale*, Torino, 2015, 346.

<sup>11</sup> Cfr. Id., 347: «Le disposizioni costituzionali sulla inviolabilità delle libertà individuali prevedono anche, però, delle limitazioni [...]. Nessuna limitazione è prevista per il diritto di difesa (24 Cost.) che rappresenta, perciò, l'unica situazione giuridica soggettiva caratterizzata da inviolabilità assoluta proprio per la sua strumentalità alla reiezione di qualsiasi attacco al diritto di libertà»

<sup>12</sup> In generale si A. DE CARO, «Libertà personale, (profili costituzionali)», in *Digesto/pen.*, Agg., I, Torino, 2005, 830; Id., *Libertà personale e sistema processuale penale*, Napoli, 2000, 192; G. AMATO, *Individuo e autorità nella disciplina della libertà personale dell'imputato*, Milano, 1967, 105 ss.; Id., sub art. 13 Cost., in *Commentario della Costituzione*, a cura di G. Branca, *Rapporti civili. Artt. 13-28*, Bologna-Roma, 1981, 6; G. DI CHIARA, *Libertà personale dell'individuo e presunzione di non colpevolezza*, in Fiandaca-Di Chiara, *Una introduzione al sistema penale*, Napoli, 2003, 304-305.

personale, è in grado di temperare ed offrire una copertura al provvedimento restrittivo.

A ciò si accompagna la riserva di giurisdizione: solo l'autorità giudiziaria potrà disporre della libertà personale, motivando le ragioni di quella limitazione e dimostrando la sussistenza, nel caso concreto, delle condizioni previste dalla legge per l'adozione del provvedimento restrittivo.

Fatte queste brevi premesse, sarà necessario capire quando esattamente un prelievo o un accertamento risulti invasivo, ossia quando incida sulla libertà corporale, come forma di libertà personale che richiede una tutela di maggior intensità.

Non è operazione semplice, anche perché sconta l'*evanescenza delle categorie di riferimento*, del concetto di libertà corporale e, prima ancora, di quello di libertà personale: «il contenuto della prima appare davvero sfumato: quale intensità di intrusione fisica, se non di lesione del corpo, è necessaria perché si configuri una violazione? A maggior ragione, i confini tra la libertà personale, coercibile con le normali ispezioni personali (ma anche con le più classiche misure coercitive dell'arresto e del fermo), e la libertà corporale, sono nebulosi. La stessa libertà personale è di difficile definizione»<sup>13</sup>.

Complesso è fornire una ricostruzione del concetto, sufficientemente chiara, tant'è che neppure la Corte costituzionale ha contribuito a tracciarne fedeli e precisi contorni<sup>14</sup>.

Anche la dottrina è divisa sulla relativa nozione<sup>15</sup> tra chi ritiene che il contenuto sia relativo esclusivamente ad atti di coercizione fisica<sup>16</sup>; chi, invece, affianca alla

---

<sup>13</sup> In questi termini M. PANZAVOLTA, *Accertamenti coattivi e tutela della libertà corporale nel processo penale*, Testo dell'intervento tenuto al convegno "Terrorismo internazionale e tutela dei diritti individuali", presso l'Università degli Studi di Urbino, 5-6 maggio 2006, corredato di note. Il testo è aggiornato al maggio 2006.

<sup>14</sup> G. ILLUMINATI, *Aspetti costituzionali del ritiro del passaporto come misura cautelare nel processo penale*, in *Giur. cost.*, 1975, p. 1169, secondo cui dalla giurisprudenza costituzionale si evince «la difficoltà di enucleare una nozione comune e generale che astragga dal caso particolare sottoposto all'esame della Corte. Sembra piuttosto che il giudizio sull'esistenza di una violazione della libertà personale sia affidato, caso per caso, ad un criterio quantitativo, basato sul grado di intensità della diminutio della dignità dei soggetti colpiti dai provvedimenti limitativi»; si v. anche R. BIN-G. PITRUZZELLA, *Diritto costituzionale*, Torino, 2005, p. 484; M. Ruotolo, *Gli itinerari della giurisprudenza costituzionale in tema di libertà personale*, in *Quest. giust.*, 2004, p. 235 ss.

<sup>15</sup> A. PACE, *Libertà personale*, in *Enc. dir.*, XXIV, 1974, p. 287.

<sup>16</sup> In argomento M. PANZAVOLTA, *Accertamenti coattivi e tutela della libertà corporale nel processo penale*, cit.; L. ELIA, *Libertà personale e misure di prevenzione*, Milano, 1962, p. 29 ss., 67 ss., 73; Id., *Le misure di prevenzione tra l'art. 13 e l'art. 25 Cost.*, in *Giur. cost.*, 1964, p. 949 s.; A. PACE, *Libertà personale*, cit., p. 295 s., secondo cui «l'oggetto del diritto di libertà personale sarà il proprio essere fisico, il suo contenuto – e cioè la situazione soggettiva quale si manifesta dinamicamente e in concreto – si traduce nella disponibilità del proprio corpo», con l'ovvia conclusione che «l'art. 13 riguarda le sole misure coercitive»; S. GALEOTTI, *Rilievi segnaletici e restrizioni della libertà personale*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 1962, p. 864 s., per il quale «la libertà personale [...] va riconosciuta concettualmente come quella situazione giuridica soggettiva che, avendo per oggetto l'uomo nella sua unità psico-somatica, cioè propriamente il corpo della persona nell'unità organico-funzionale di ogni

coartazione fisica, anche alcune forme di obbligo o comando<sup>17</sup>; chi, vi include la libertà morale<sup>18</sup> o la dignità personale<sup>19</sup>.

Contenuti, questi, che arricchiscono la nozione di libertà e che soccorrono tutte le volte in cui, accertamenti intrusivi della persona non siano effettivamente tali da determinare una lesione fisica che non potrebbe scomodare l'art. 32 della Cost.<sup>20</sup>, ma che potrebbe al contempo aggredire la libertà morale mediante compressione della sfera individuale più intima e non per questo meno tutelabile.

### *3. Le elaborazioni della Corte costituzionale tra tutela della libertà e accertamenti coattivi*

La Corte costituzionale è intervenuta più volte per cercare di chiarire il contenuto del delicato rapporto tra accertamenti coattivi sulla persona e tutela della libertà individuale.

Nelle pronunce della Consulta, e nel significato che si attribuisce alla libertà personale, si possono notare le diverse posizioni assunte in riferimento al prelievo ematico, ed in genere al prelievo biologico.

---

sua facoltà, tutela l'interesse primordiale che ha la persona umana a godere in via esclusiva, libera da ogni intrusione altrui, la disponibilità del proprio corpo, cioè di ogni facoltà che vi è intrinseca»; discende da qui che costituisca violazione della libertà personale «tutto quello che priva o menoma la persona della o nella esclusività con cui può godere e disporre di se medesima; vale a dire, tutto ciò che sopprime o menoma quello ius excludendi alios, che la persona, per tale diritto, possiede quanto alla disponibilità del proprio corpo e delle facoltà fisiche e fisiopsichiche in esso immedesimate».

<sup>17</sup> A. CERRI, *Libertà II) Libertà personale – Dir. cost.*, in *Enc. giur.*, 1991, p. 5, secondo cui «alcuni obblighi possono equivalere a coercizione», ossia «quelli che non lasciano alcuna discrezione sui tempi e sui modi dell'adempimento, non consentono alcuna armonizzazione dell'impegno che impongono con altri che rientrano nel programma del soggetto passivo; anche equivalgono a coercizione quegli obblighi che sono eseguibili in forma specifica sulla persona (ordine di allontanamento e traduzione) e quegli obblighi ancora che sono presidiati da sanzione penale e da sanzione che incida comunque su un diritto inviolabile»; cfr. M. PANZAVOLTA, *Accertamenti coattivi e tutela della libertà corporale nel processo penale*, cit..

<sup>18</sup> P. BARILE, *Diritti dell'uomo e libertà fondamentali*, Bologna, 1984, p. 111 s. per l'Autore, poi, la libertà spirituale/morale ricomprende in sé «tutte le facoltà primordiali dell'uomo, compresa quella della libera autodeterminazione». In argomento v. M. PANZAVOLTA, *Accertamenti coattivi e tutela della libertà corporale nel processo penale*, cit, e i riferimenti ivi richiamati.

<sup>19</sup> A. BARBERA, *I principi costituzionali della libertà personale*, Milano, 1967, p. 99 ss.; P. BARILE, *Diritti dell'uomo e libertà fondamentali*, cit., 111 s.

<sup>20</sup> Cfr. M. PANZAVOLTA, *Accertamenti coattivi e tutela della libertà corporale nel processo penale*, cit.: «L'art. 32 Cost. costituisce senz'altro un vincolo all'esperibilità di accertamenti invasivi, ma esso si configura più che altro come un limite estremo, una soglia ultima, mai in alcun modo valicabile. Ciò non toglie che – è questa la prospettiva adottata da chi scrive – la tutela del corpo possa assumere rilevanza costituzionale anche prima che si discuta di interventi nocivi per la salute, anche di fronte ad aggressioni che non menomano il diritto sancito dall'art. 32 Cost. Così, come meglio si vedrà nel prosieguo del testo, non è escluso che un intervento corporale possa essere considerato invasivo pur non comportando rischi per la salute».

Si può, innanzitutto, distinguere tra diverse violazioni della libertà individuale, concretizzantesi non solo mediante coercizioni fisiche, ma anche per mezzo di menomazione della libertà morale determinata da un assoggettamento totale della persona al potere altrui<sup>21</sup>.

La Consulta, sulla base di queste premesse, ha fatto riferimento per l'individuazione delle misure che potrebbero considerarsi restrittive della libertà personale *ex art. 13 Cost.*, a parametri quantitativi che prevedono il combinarsi all'interno della nozione fisica e della nozione morale di libertà.

Ci si riferisce a quanto affermato dalla nota pronuncia, seppure risalente, della Corte costituzionale 27 marzo 1962, n. 30<sup>22</sup>: una delle più significative pronunce in tal senso, importante perché pone il criterio distintivo tra misure incidenti e misure non incidenti sulla libertà personale<sup>23</sup>.

La Corte, infatti, individua i parametri di riferimento nella lieve o momentanea coercizione, e nella esteriorità delle operazioni di rilievo rispetto al corpo della persona.

Sulla base di queste indicazioni si distingue tra rilievi riguardanti l'aspetto esteriore della persona e rilievi che si concretizzano in ispezioni personali, affermando che i rilievi dattiloscopici comportano sì una coercizione, ma non tale da risolversi in una violazione della libertà personale<sup>24</sup>.

Tuttavia – si è detto –, la differenza tra provvedimenti incidenti e provvedimenti non incidenti sulla libertà personale, più che per il carattere più o meno momentaneo e lieve dell'eventuale coercizione, deve essere piuttosto ravvisata in ragione delle, più o meno incisive, limitazioni fisiche o morali della libertà: in altri termini l'incidenza sulla libertà personale si esplica non tanto in ragione della durata o dell'entità

---

<sup>21</sup> G. VASSALLI, *La libertà personale nel sistema delle libertà costituzionali*, in *Scritti giuridici in memoria di Piero Calamandrei*, V, Padova, 1958, p. 367, sulla base della constatazione della «natura intrinsecamente diversa di queste due fondamentali libertà umane [libertà personale e libertà morale], l'una delle quali può essere violata senza che sia necessariamente violata l'altra».

<sup>22</sup> C. Cost., 27-3-1962, n. 30, *GC*, 1962, 241 s. con la quale viene dichiarata l'illegittimità dell'art 4 t.u.l.p.s., nella parte in cui si consentiva alla polizia di sicurezza di procedere a rilievi segnaletici che comportassero ispezioni personali, ponendo l'accento sulla necessità di rispettare le garanzie di riserva di legge e di giurisdizione imposte dall'art 13 Cost. La Corte per stabilire se l'art 4 t.u.l.p.s. determinasse o meno una restrizione della libertà personale, faceva riferimento ad un giudizio di “quantificazione”, per verificare se si era realizzato un assoggettamento fisico o morale tale da costituire una restrizione della libertà personale “equiparabile all'arresto”. In altri termini, si sono ritenute costituzionalmente legittime, in quanto lasciano integra la libertà della persona, quelle misure che comportano una momentanea immobilizzazione dell'individuo per descriverne fotografarne o misurarne l'aspetto fisico normalmente esposto alla vista altrui o che richiedono una coercizione momentanea per fissarne le impronte digitali, cfr. P. FELICIONI, *Accertamenti sulla persona*, cit

<sup>23</sup> La sentenza mette in risalto la gradualità, sul piano dell'elaborazione giurisprudenziale, delle concettualizzazioni operate dalla Consulta con riferimento agli accertamenti coattivi corporali, attraverso tre pronunce vertenti sul tema della coercibilità del prelievo ematico, P. FELICIONI, *Accertamenti sulla persona*, in *Dig. pen.*, 2016.

<sup>24</sup> R.E. KOSTORIS, *Alt ai prelievi di sangue coattivi*, in *Dir. pen. proc.*, 1996, 1095.



dell'eventuale coercizione, quanto, piuttosto, per la *invasività* della misura in concreto adottata<sup>25</sup>.

Nell'evoluzione interpretativa della Corte costituzionale, all'interno di una prospettiva più moderna e a fronte dell'evoluzione scientifico-tecnologica, si sono fatti spazio i concetti di dignità, integrità fisica e salute della persona.

Si ricordano due pronunce della Consulta, l'una ricadente sulle norme del codice Rocco; la seconda nei primi anni di operatività del codice previgente: l'una e l'altra, pur occupandosi entrambe dell'esecuzione coattiva del prelievo ematico, e pur affermando l'intangibilità dei medesimi valori, giungono, però, a conclusioni opposte.

Nel 1986 la Corte costituzionale<sup>26</sup>, chiamata a pronunciarsi sul tema dei poteri dispositivi e coercitivi del giudice penale rispetto alle modalità di assunzione della prova genetica, ha ritenuto che alcuna discrasia con la Costituzione potesse riferirsi alle norme del previgente codice di procedura penale in tema di perizia, in quanto rispettate erano le garanzie predisposte dalla Costituzione, in punto di restrizione della libertà personale *ex art. 13 Cost.*: riserva di legge e di giurisdizione<sup>27</sup>.

La sentenza ha precisato che il giudice, nell'esercizio dei suoi poteri istruttori, incontra determinati limiti quali la vita, l'incolumità, la salute, la dignità e l'intimo della psiche della persona. Se, pertanto, si agisse in modo da mettere in pericolo tali beni, ne risulterebbe violata l'inviolabilità della persona, e, quindi, violato l'art. 2 Cost., oltre che il suo diritto alla salute *ex art. 32 Cost.*

Tuttavia, sulla base delle argomentazioni addotte dalla Corte si ammetteva senza particolare specificazione la coercizione fisica nell'espletamento della prova, delineando, così, una facile compromissione della libertà personale, senza una necessaria esigenza di determinatezza, in quanto rimessa la violazione della stessa alla discrezionalità del giudicante, e questa limitata al più da parametri negativi offerti dai principi costituzionali su indicati.

Soltanto nel 1996 si pervenne alla nota pronuncia di illegittimità costituzionale del 224 c.p.p. dell'attuale codice di rito, in cui la Consulta ha affermato che le operazioni di prelievo biologico, preliminari all'esperimento di perizie e di consulenze

---

<sup>25</sup> In questi termini P. FELICIONI, *Accertamenti sulla persona*, cit., *Ead.*, *Considerazioni sugli accertamenti coattivi nel processo penale: lineamenti costituzionali e prospettive di riforma*, in *Indice penale*, 1999, 526.

<sup>26</sup> C.Cost., 24-3-1986, n. 54, *GCo*, 1986, 387 ss.; in argomento v. BERNARDI, *Prove ematologiche, poteri coercitivi del giudice e libertà personale*, *Leg. Pen.*, 1986, 365 ss.; Ferraro, *Il prelievo ematico coatto e la violenza lecita*, in *Cass. pen.*, 1986, 868; MASTROPAOLO, *Prelevi di sangue a scopo probatorio e poteri del giudice*, in *Riv. it. Med. Leg.*, 1987, 1081 ss.; MAZZACUVA-PAPPALARDO, *Prelievo ematico coatto e accertamento della verità: spunti problematici*, *FI*, 1987, 717 ss.

<sup>27</sup> Più precisamente, si è considerata legittima l'esecuzione coattiva del prelievo ematico disposta dal giudice, attraverso lo strumento della perizia medico-legale, per ragioni relative all'accertamento penale.

tecniche, non potessero essere disposte in assenza del consenso della persona che vi deve essere sottoposta, sia essa indagata o terza estranea al procedimento penale<sup>28</sup>.

Il prelievo ematico coattivo viola, pertanto, la libertà personale in quanto tecnica invasiva, seppur in minima misura, della sfera corporale, e come tale, va ricondotto nell'ambito della perizia, anziché in quello dell'ispezione corporale, essendo solo quest'ultima eseguibile coattivamente.

La Corte costituzionale, ha dichiarato, così, l'illegittimità del comma 2, dell'art. 224 c.p.p., sul presupposto che il prelievo ematico comporta una restrizione della libertà personale tutte le volte in cui il soggetto passivo non acconsenta al prelievo; la generica espressione della norma, che si limita a prevedere che il giudice adotti i provvedimenti che si rendono necessari per l'esecuzione delle operazioni peritali, non consentiva, difatti, di distinguere tra quelli incidenti e quelli non incidenti sulla libertà personale: in tal modo, cumulando in una disciplina indistinta gli uni e gli altri, non specificava i casi e i modi in presenza dei quali soltanto può ritenersi che sia legittimo procedere all'esecuzione coattiva di accertamenti peritali mediante l'adozione, a discrezione del giudice, di misure restrittive della libertà personale<sup>29</sup>.

Le argomentazioni della Corte sono orientate a prevedere per la libertà corporale una più intensa garanzia della riserva di legge: «tale restrizione è tanto più allarmante – e quindi bisognevole di attenta valutazione da parte del giudice dei “casi e modi” in cui può essere disposta dal giudice – in quanto non solo interessa la sfera della libertà personale, ma la travalica perché, seppure in misura minima, invade la sfera corporale – pur senza di norma comprometterne, di per sé, l'integrità fisica o la salute (anche psichica), né la sua dignità, in quanto pratica medica di ordinaria amministrazione (cfr.

---

<sup>28</sup> In argomento R.E. KOSTORIS, *Alt ai prelievi di sangue coattivi*, cit., 1091 s.; P. FELICIONI, *L'esecuzione coattiva del prelievo ematico: profili problematici*, in *Cass. pen.*, 1997, 315 s.; *Ead.*, *Accertamenti sulla persona e processo penale. Il prelievo di materiale biologico*, Milano, 2007, 29 s.; G. SANTACROCE, *Prelievo coattivo del sangue a scopo probatorio e tutela della libertà personale*, ivi, 1996, 3570; D. VIGONI, *Corte costituzionale, prelievo ematico coattivo e test del DNA*, in *Riv. it. dir. e proc. pen.*, 1996, p. 1022 ss.; M. GIACCA, *In tema di prelievo ematico coatto: brevi note a margine della sentenza della Corte cost. n. 238 del 1996*, in *Riv. it. dir. e proc. pen.*, 1997, p. 602 ss.; A. NAPPI, *Sull'esecuzione coattiva della perizia ematologica*, in *Giur. cost.*, 1996, p. 2150; M. RUOTOLO, *Il prelievo ematico tra esigenze di accertamento del reato e garanzia costituzionale della libertà personale. Note a margine di un mancato bilanciamento tra valori*, ivi, 2151; G.P. DOLSO, *Libertà personale e prelievi ematici coattivi*, ivi, 1996, 3222 s.; MAZZACUVA-PAPPALARDO, *Osservazioni in tema di prelievo ematico coattivo*, in *Ind. pen.*, 1999, p. 485 s.; G. UMANI RONCHI, *Marcia indietro sul test del Dna: così si allargano le maglie dell'impunità*, in *Guida dir.*, 1996, 67.

<sup>29</sup> Cfr. C. Cost. 27-6-1996, n. 238, cit.; si v. V. BARBATO- G. LAGO – V. MANZARI, *Come ovviare al vuoto sui prelievi coattivi creato dalla sentenza n. 238 del 1996*, in *Dir. pen. proc.*, 1997, 3, 361, secondo gli Autori si tratta di una pronuncia coraggiosa e coerente con la Carta costituzionale: «è coraggiosa perché viene a modificare una precedente sentenza (n. 54 del 1986) senza farsi influenzare dall'attuale situazione di degrado della sicurezza pubblica e dalla diminuita «certezza» della pena. Ed è coerente con la giurisprudenza costituzionale, perché il legislatore, nel nuovo codice di procedura penale, non ha saputo o voluto indicare, nell'articolo contestato, i «casi» ed i «modi» per poter disporre, in sede di perizia, i prelievi forzosi sull'indagato o sull'imputato, necessari alle successive attività tecnico-scientifiche dei laboratori di criminalistica».

sentenza n. 194 del 1996) – e di quella sfera sottrae, per fini di acquisizione probatoria nel processo penale, una parte che è sì, pressoché insignificante, ma non certo nulla»<sup>30</sup>.

La Corte ha, così, imposto al legislatore di disciplinare l'uso della coazione all'interno dell'indagine peritale, considerando – come evidenziato dalla dottrina – se qualunque forma di coazione, anche di entità o durata temporale minime, incida sulla libertà personale<sup>31</sup>.

Le direttive fornite al legislatore dalla Consulta sono nette: ferma la necessità di prevedere strumenti coercitivi che permettano l'accertamento del reato, le acquisizioni probatorie devono avvenire nel rispetto dell'art. 13, comma 2, Cost. e di determinati limiti negativi posti a tutela dell'individuo<sup>32</sup>.

#### 4. *Il prelievo coattivo a fini identificativi*

La sentenza della Corte costituzionale n. 238 del 1996 ha così posto un divieto di incidere sulla sfera di libertà personale, un divieto «tanto categorico quanto – all'apparenza – generalizzato»<sup>33</sup>.

La suddetta pronuncia ha generato, tuttavia, un vuoto normativo<sup>34</sup> dettato da una sorta di impotenza in cui si trovava l'autorità giudiziaria necessitante della collaborazione dell'indagato; avvertita era, peraltro, l'esigenza di un intervento del legislatore.

A distanza di nove anni dalla dichiarazione di illegittimità costituzionale, compiere accertamenti corporali su soggetti non consenzienti è stato in parte

---

<sup>30</sup> Cfr. C. Cost. 27-6-1996, n. 238, cit.; è stato rilevato che la “sfera corporale” è concetto nuovo delineato dalla Consulta come diverso dalla “integrità fisica” e dalla “salute”; il prelievo ematico costituisce una restrizione della libertà personale ed è invasivo della sfera corporale, senza, tuttavia, compromettere l'integrità fisica, la salute e la vita; M. CINGOLANI, *Il prelievo ematico per l'accertamento della idoneità alla guida dopo le sentenze della Corte costituzionale 194 e 238 del 1996*, in *Riv. it. Med. Leg.*, 1997, 875-878; Cfr. P. FELICIONI, *Accertamenti sulla persona*, cit.

<sup>31</sup> R.E. KOSTORIS, *Alt ai prelievi di sangue coattivi*, cit., 1094

<sup>32</sup> P. FELICIONI, *Il prelievo di materiale biologico tra consenso e coazione*, in *Cass. pen.*, 2008, 9, 3450.

<sup>33</sup> R.E. KOSTORIS, *Prelievi ematici coattivi nei procedimenti per violenza sessuale dopo la sentenza n. 238/1996*, in *Dir. pen. proc.*, 1996, 12, 1522.

<sup>34</sup> Cfr. V. BARBATO- G. LAGO – V. MANZARI, *Come ovviare al vuoto sui prelievi coattivi creato dalla sentenza n. 238 del 1996*, cit., secondo gli Autori, pur non potendo non riconoscere la portata della pronuncia della Corte Costituzionale, al pari occorre prendere coscienza che «il «taglio» apportato dalla Corte al comma 2 dell'art. 224 c.p.p. è venuto a porre un serio ostacolo all'individuazione dell'autore di un reato, anche grave, e all'assicurazione di una prova certa di colpevolezza o d'innocenza. Se il legislatore non provvederà ad integrare la normativa nel senso indicato dalla Corte, la causa della giustizia subirà ulteriori, forse irreparabili danni. In tale contesto, infatti, anche altri accertamenti tecnici, di natura coattiva, che possono rientrare nel 224 c.p.p., appaiono poco praticabili senza un preciso intervento legislativo che definisca i «modi» ed i «casi» nei quali il giudice penale possa disporre i prelievi coattivi utili alle indagini tecniche»; v. anche G. DE LEO, *Indagini genetiche: subito una nuova legge per una concreta risposta alla criminalità*, in *Guida dir.*, 2000, n. 40, p. 12.

consentito dalla L. n. 155 del 2005 che ha convertito in legge il d.l. n. 144 del 2005 recante «Misure urgenti per il contrasto al terrorismo internazionale»<sup>35</sup>.

Con la novella viene introdotto il prelievo coattivo di materiale biologico rientrante negli *altri accertamenti* di cui al comma 2 *bis* dell'art. 349 c.p.p. così come rientrante all'interno del 3 comma dell'art. 354 c.p.p. (poi abrogato con la L. n. 85 del 2009): in questo modo risulta possibile prelevare materiale organico anche senza il consenso dell'interessato ai soli fini dell'identificazione dello stesso, ovvero di chiunque<sup>36</sup> rifiuti di dichiarare le proprie generalità oppure vi siano dubbi sulle stesse.

Se la persona da identificare non consente, la polizia giudiziaria, nel rispetto della dignità della persona<sup>37</sup>, procede al prelievo coattivo previa autorizzazione scritta da parte del pubblico ministero, oppure resa oralmente e confermata per iscritto.

L'attività di identificazione non costituisce un atto garantito, pertanto, la polizia giudiziaria non ha l'obbligo di avvisare il difensore che in ogni caso non ha quindi diritto di parteciparvi<sup>38</sup>.

A fronte della possibilità, normativamente prevista, di incidere coattivamente sulla libertà individuale della persona da parte della polizia giudiziaria, è da ritenere che questa integri un'attività residuale<sup>39</sup>: posta in essere quando non vi sia, perciò, altro modo per procedere all'identificazione dell'indagato o vi siano dubbi su questa.

La norma fa menzione solo del prelievo di capelli o di saliva, ciò induce a chiedersi se alla polizia giudiziaria è permesso compiere solo queste due menzionate

---

<sup>35</sup> v. L. FILIPPI, *Misure urgenti per il contrasto del terrorismo internazionale. Le disposizioni processuali*, in *Dir. pen. proc.*, 2005, 1212 s.; AA.VV., *Le nuove norme di contrasto al terrorismo. Commento al d.l. n. 144/05*, A.A. DALIA (a cura di), 2006; AA. VV., *Contrasto al terrorismo interno e internazionale*, R.E. KOSTORIS- R. ORLANDI (a cura di), 2006; G. SPANGHER, *L'azione di contrasto al terrorismo internazionale: le novità della legge n. 155 del 2005*, in *Studium iuris*, 2006, 41; R. CANTONE, *Le modifiche processuali introdotte con il "decreto antiterrorismo" (d.l. n. 144/05 conv. in l. n. 155/05)*, in *Cass. pen.*, 2005, p. 2507.

<sup>36</sup> Sul prelievo biologico su terzi si v. A. SANTOSUOSSO – G. GENNARI, *Il prelievo coattivo di campioni biologici e i terzi*, in *Dir. pen. proc.*, 2007, p. 395.

<sup>37</sup> Tuttavia in dottrina c'è un' avanzata delle perplessità, sia in riferimento alla disciplina in generale di cui all'art. 349 comma 2 bis, sul punto si v. P. FELICIONI, *Il prelievo di materiale biologico tra consenso e coazione*, cit., 3450; sia chi ha avanzato dubbi per il generico richiamo alla dignità della persona: C. GABRIELLI, *Il prelievo coattivo di campioni nel sistema penale*, Torino, 2012, 59; GALGANI-LUCCHINI, *Commento all'art. 10 del d.l. 144 del 2005*, in *Leg. pen.*, 2005, 511; DEL MIGLIO-GENTILOMO-PICCININI-D'AURIA, *Dal prelievo coattivo alla banca dati dei profili genetici*, in *Riv. it. med. leg.*, 2007, 61; C. FANUELE, *Note di diritto straniero e comparato: l'indagine genetica nell'esperienza italiana ed in quella inglese*, cit., 732; in argomento anche R.E. KOSTORIS, *Prelievi biologici coattivi*, in R.E. KOSTORIS – R. ORLANDI (a cura di), *Contrasto al terrorismo interno ed internazionale*, Torino, 2006, 335, che pone altro fattore di tensione nell'art. 32: secondo l'Autore il prelievo di saliva avrebbe preteso la predisposizione di garanzie di carattere sanitario.

<sup>38</sup> L'attività è documentata con un verbale integrale ai sensi dell'art. 357 comma 2, lett b) c.p.p. successivamente collocato nel fascicolo del pubblico ministero; Cfr. P. FELICIONI, *Accertamenti sulla persona*, cit.; cfr. G. NICOLUCCI, *«Identificazione personale»*, in *Dig. pen., Agg.*, Torino, 2005, 707 s. in cui si esclude la finalità probatoria dell'identificazione così compiuta.

<sup>39</sup> Cfr. P. FELICIONI, *Accertamenti sulla persona*, cit.

operazioni nei limiti delle norme; oppure è consentito far ricorso ad altre modalità. Di riflesso l'interrogativo coinvolge anche la lettera di cui all'art. 354 nella misura in cui rinvia alla disciplina di cui all'art. 349 comma 2 *bis* c.p.p.

Si sarebbe indotti a pensare, che tenuto conto della tensione e relativa lesione alla sfera di libertà personale insita in un accertamento che si svolge senza il consenso dell'interessato, le modalità siano solo quelle indicate dalla norma<sup>40</sup>.

Si sarebbe, inoltre, portati ad sostenere che la limitazione troverebbe conforto in una scarsa invasività di detti metodi di raccolta. Tuttavia, ciò non è sempre vero: ammesso che il grado di invasività avanza in misura della lesione dell'integrità fisica<sup>41</sup>, non sarebbe escluso che tali accertamenti – in quanto implicanti comunque la disponibilità dell'interessato ad aprire la bocca – comportano anch'essi una forma di coercizione fisica. Per alcuni, tale limitazione della libertà personale, dovrebbe essere forse più opportunamente sottratta alla disponibilità – che seppur in urgenza – resta in capo alla polizia giudiziaria e rimessa invece all'individuazioni di vincoli e garanzie maggiori all'interno delle ispezioni personali<sup>42</sup>.

Del resto, quanto detto circa l'invasività del prelievo di saliva, potrebbe valere anche per il prelievo di capelli: modalità questa non meno cruenta perché prevede di asportare anche il bulbo<sup>43</sup>.

Ragion per cui, pur concordi che soltanto le modalità consentite dalla norma siano azionabili dalla polizia giudiziaria, le perplessità rimangono in relazione alla riserva di legge di cui all'art. 13 Cost., in punto di determinazione dei casi e dei modi in cui la limitazione alla libertà sia consentita<sup>44</sup>: «l'art. 349, comma 2-*bis* [...] circoscrive con sufficiente precisione gli accertamenti da eseguire, ma adopera una formula poco trasparente circa i «casi» in cui possono essere effettuati e – soprattutto – riduce l'indicazione intorno ai «modi» dell'intervento alla sola esigenza di rispettare la dignità personale»<sup>45</sup>.

---

<sup>40</sup> A. PRESUTTI, *L'acquisizione forzata dei dati genetici tra adempimenti internazionali e impegni costituzionali*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 2010, 556.

<sup>41</sup> Cfr. V. BARBATO- G. LAGO – V. MANZARI, *Come ovviare al vuoto sui prelievi coattivi creato dalla sentenza n. 238 del 1996*, cit.; v. I. BOIANO, *L'obbligo di informazione sulle finalità del prelievo di campioni organici*, cit., 4349.

<sup>42</sup> GALGANI-LUCCHINI, *Commento all'art. 10 del d.l. 144 del 2005*, cit., 511; I. BOIANO, *L'obbligo di informazione sulle finalità del prelievo di campioni organici*, cit., 4349.

<sup>43</sup> R.E. KOSTORIS, *Prelievi biologici coattivi*, cit., 335.

<sup>44</sup> Cfr. R.E. KOSTORIS, *Prelievi biologici coattivi*, cit., 337, secondo l'Autore la norma prevede un «doppio generico passaggio»: il fatto che «occorra» compiere gli accertamenti; ed il fatto che gli accertamenti, a loro volta, «comport[i]no» il prelievo. Ciò lascerebbe alla polizia giudiziaria ampi margini di manovra; cfr. C. GABRIELLI, *Il prelievo coattivo di campioni nel sistema penale*, cit.; i riferimenti sono richiamati da A. CAMON, *La disciplina delle indagini genetiche*, cit., 1426, l'Autore afferma che il legislatore avrebbe potuto essere più diligente, tuttavia mostra di condividere l'assunto di altra dottrina che sostiene che con uno sforzo esegetico è possibile interpretare queste espressioni nel senso che il prelievo sia consentito «solo in ipotesi del tutto residuali e di assoluta carenza di altrettanto valide alternative»: Cfr. GALGANI, *Commento all'art. 10 del d.l. 144 del 2005*, cit., p. 514.

<sup>45</sup> A. CAMON, *La disciplina delle indagini genetiche*, cit., 1426.

Si è notato come le ripercussioni di una tale norma e della sua formulazione alla luce dei parametri costituzionali, necessita, probabilmente, di una rivisitazione, disattesa anche con il recente regolamento del 2016.

Per il momento, preme evidenziare come una tale compressione della libertà personale, alla luce delle norme richiamate – seppur con non pochi dubbi –, possa essere consentita soltanto per finalità identificative dell'indagato o di terze persone, mediante tipizzazione del profilo genetico che non potrà acquisire alcuna finalità probatoria in quanto non attinente all'accertamento del fatto storico: la formula «identificazione personale» deve essere rapportata «alla ricerca di una equivalenza fra l'identità fisica e l'identità anagrafica di un determinato soggetto»<sup>46</sup>, null'altro.

Ebbene, lo scopo esclusivamente identificativo del prelievo potrebbe però condurre ad un'esegesi meno rassicurante se si consentisse un uso incondizionato del risultato di questo a fini investigativi anziché puramente identificativi<sup>47</sup>.

Il vuoto normativo si rende maggiormente evidente perché, per un verso, non è espressamente prevista la sorte del materiale biologico e dei relativi profili genetici da esso tipizzati; per altro verso – nell'ottica di eccezionalità dell'intervento invasivo della polizia giudiziaria, ed al fine evitare facili elusioni della norma –, non è prevista, ma si sarebbe dovuta prevedere, una espressa inutilizzabilità del risultato della tipizzazione del profilo a fini diversi rispetto a quelli legati alla semplice identificazione<sup>48</sup>, manca, difatti una norma che ne impedisce espressamente l'uso per fini investigativi<sup>49</sup>: «Il legislatore del 2009 avrebbe dovuto abrogare la prima disposizione [...] o almeno riscriverla; lasciarla intonsa ha portato ad una grave incoerenza sul piano sistematico ed ha aperto il rischio di manovre strumentali: la polizia o il pubblico ministero potrebbero infatti mascherare con finalità identificative fittizie un prelievo in realtà diretto a fini probatori, allo scopo di ottenere con l'art. 349 quel che non potrebbero avere con l'art. 359-bis»<sup>50</sup>.

---

<sup>46</sup> R. ORLANDI, *Il problema delle indagini genetiche nel processo penale*, cit., 417.

<sup>47</sup> Si fa riferimento ad usi non ortodossi dell'art. 349, comma 2 bis, c.p.p., tali da consentirne l'esecuzione di prelievi coattivi anche rispetto all'indagato sulla cui identità non si abbiano dubbi allo scopo di trarne «molteplici spunti investigativi, legami con altre indagini in corso e, più in generale, elementi utili ad attività di accertamento e prevenzione» Cfr. P. FELICIONI, *Accertamenti sulla persona e processo penale*, cit., 147; nello stesso senso P. TONINI, *Manuale di procedura penale*, Milano, 2009, 464, in cui si afferma che il prelievo coattivo di materiale biologico può essere compiuto dalla polizia giudiziaria anche allo scopo di ricercare «eventuali precedenti penali» o aprire «una nuova scheda personale negli archivi segnaletici». Per una puntuale critica a tale impostazione, cfr. C. GABRIELLI, *Indagini genetiche*, cit., 2849; per quanto qui riportato si v. R. ADORNO, *Il prelievo coattivo a fini investigativi*, in *Giur. It.*, 2010, 5.

<sup>48</sup> C. GABRIELLI, *Il prelievo coattivo di campioni*, cit., p. 68.

<sup>49</sup> Ciò non toglie che la sanzione di inutilizzabilità per violazione del divieto probatorio emerge per il tramite di una interpretazione costituzionalmente orientata della norma, in virtù dei diritti fondamentali coinvolti. Sul punto v. *infra* § 5.

<sup>50</sup> A. CAMON, *La disciplina delle indagini genetiche*, cit., 1426, in cui l'Autore sostiene che nel complesso, l'art. 349, comma 2-bis, ha alla base una procedura molto meno garantita rispetto all'art.

Consentire una finalizzazione dell'attività di prelievo coattivo ulteriore rispetto all'identificazione personale, significherebbe cadere al di fuori di una copertura costituzionale già, in verità, abbastanza tentennante anche per la medesima finalizzazione, tenuto conto che in ogni caso si traduce in una coartazione della libertà personale senza una adeguata specificazione normativa<sup>51</sup>.

### *5. Prelievo a fini investigativi*

A distanza di alcuni anni dalla sentenza della Corte costituzionale del 1996 e dalla L. 155 del 2005, il legislatore avverte l'esigenza di intervenire per disciplinare il tema del prelievo biologico coattivo all'interno delle indagini, ovvero nell'ambito degli accertamenti tecnici del pubblico ministero e degli accertamenti e rilievi urgenti della polizia giudiziaria, abrogando l'ultimo periodo dell'art. 354, comma 3, c.p.p. e così sottraendo alla polizia giudiziaria la legittimazione ad eseguire il prelievo biologico coattivo a fini investigativi; per contro, ha previsto in capo al giudice il potere di disporre il prelievo forzoso per mezzo di perizia in dibattimento o in sede di incidente probatorio; e la possibilità per il pubblico ministero di disporre prelievi coattivi di campioni biologici su persone viventi, sottoposti ad autorizzazione da parte del giudice<sup>52</sup>.

Si introduce così l'art. 359 *bis* c.p.p. che, in armonia con i limiti costituzionali derivanti dall'inviolabilità della libertà personale e dal prioritario controllo del giudice, prevede che quando nel corso delle indagini preliminari, debbano essere eseguiti atti idonei ad incidere sulla libertà personale, quali il prelievo di capelli, di peli o di mucosa del cavo orale su persone viventi ai fini della determinazione del profilo del DNA o accertamenti medici e manchi il consenso della persona interessata, il pubblico ministero, fuori dai casi di urgenza, può farne richiesta al giudice per le indagini preliminari, che li autorizza con ordinanza quando risultano integrate le condizioni contemplate dall'art. 224 *bis* c.p.p.

---

359-*bis*; sulla stessa linea di pensiero C. GABRIELLI, *Il prelievo coattivo di campioni*, cit., 65; G. GIOSTRA, *Gli importanti meriti e i molti limiti della nuova disciplina*, cit., 1217 e 1220.

<sup>51</sup> Cfr. R. ADORNO, *Il prelievo coattivo a fini investigativi*, cit. : «Lasciare sopravvivere una disposizione che risulta in contrasto con l' art. 13, comma 3, Cost. e, di conseguenza, distonica rispetto alle linee portanti della novella, rischia di innescare nel sistema una "mina vagante": una volta che il campione biologico sia stato prelevato – asseritamente a scopo identificativo – dalla polizia giudiziaria, non può escludersi che il suo impiego travalichi quello consentito "in positivo" dall'art. 349, comma 2 *bis*, c.p.p., in difetto di una specifica previsione che vieti l'utilizzabilità a fini propriamente investigativi»

<sup>52</sup> M. STRAMAGLIA, *Prelievi coattivi e garanzie processuali*, in AA.VV., *Banca dati del DNA e accertamento penale* a cura di Marafioti, Luparia, Milano, 2010, 270; C. GABRIELLI, *La decisione del "prelievo" torna al giudice*, in *Guida al diritto*, 2009, n. 30, 68; Ead., *Il prelievo coattivo a fini peritali*, in *Giur. it.*, 2010, 1227.

Si potrà disporre, pertanto, il prelievo a fini investigativi solo qualora si proceda per delitto non colposo, consumato o tentato, per il quale la legge stabilisce la pena dell'ergastolo o della reclusione nel massimo a tre anni, per i delitti di cui agli articoli 589 bis e 590 *bis* del codice penale<sup>53</sup> e negli altri casi espressamente previsti<sup>54</sup>, e sempre che risulti assolutamente indispensabile per la prova dei fatti.

L'ultima previsione si pone evidentemente a conferma della dimensione eccezionale dell'intervento coattivo a fini investigativi: il prelievo sarebbe legittimo solo se non sia possibile adoperarsi sulla base di altri strumenti o mediante diverse modalità a disposizione dell'autorità giudiziaria per acquisire il materiale biologico<sup>55</sup>, sempre che non siano in frizione con i diritti fondamentali dell'individuo<sup>56</sup>.

La norma prevede implicitamente una scansione procedurale di due fasi, la prima volta a richiedere il consenso al prelievo della persona interessata; mancando questo, si procederà con richiedere l'autorizzazione al giudice per le indagini preliminari<sup>57</sup>.

---

<sup>53</sup> Sull'introduzione apportate dalla L. 23-03-2016, n. 41 si v. A. BIGIARINI, *Gli aspetti processuali più rilevanti: prelievo biologico coattivo, arresto in flagranza e competenza del giudice*, in *Dir. pen. proc.*, 2016, 4, 429.

<sup>54</sup> Cfr. R. ADORNO, *Il prelievo coattivo a fini investigativi*, cit., 5 : « Il primo parametro limita le potenzialità operative dell'atto di indagine, in linea con analoghe opzioni normative ( artt. 266, 280, 380, 381, 384 c.p.p. ) volte a circoscrivere i casi di ingerenza dell'autorità ( e della polizia ) giudiziaria nell'esercizio dei diritti fondamentali dell'individuo ( artt. 13 e 15 Cost. ), ma segna una soluzione di continuità con la disciplina di istituti affini quali le ispezioni e le perquisizioni personali, mezzi di ricerca della prova pure incidenti sulla libertà personale, cui può farsi ricorso a prescindere dalla gravità del reato per il quale si procede. Peraltro, a differenza dell'arresto o del fermo, delle misure cautelari personali e delle intercettazioni, l'esecuzione coattiva del prelievo o dell'accertamento medico prescinde da ogni valutazione circa la fondatezza dell'addebito provvisorio, risultando sufficiente la semplice iscrizione della notizia di reato, anche soggettivamente non qualificata, nell'apposito registro di cui all' art. 335 c.p.p. »

<sup>55</sup> C. GABRIELLI, « Accertamenti medici » dai confini troppo incerti, in *Guida al diritto*, 2009, n. 30, 72.

<sup>56</sup> Cfr. Cass. pen., sez. I, 11-3-2003, Esposito, *DG*, 2003, n. 34, 98 secondo la quale « nessuna disposizione di legge subordina lo svolgimento delle indagini al consenso dell'indagato, quando appunto non si risolve in violazioni della libertà personale o di altri diritti costituzionalmente garantiti »: nel caso concreto oggetto dell'accertamento era stato un campione di saliva dell'indagato raccolto da un bicchiere da cui questi aveva bevuto un caffè offerto dalla polizia giudiziaria; cfr. P. FELICIONI, *Accertamenti sulla persona*, cit., secondo l'Autore l'interpretazione segue la scia dell'orientamento giurisprudenziale formatosi prima dell'entrata in vigore della L. 85/2009, in base al quale, in caso di mancato consenso, è legittimo raccogliere materiale biologico staccato dal corpo della persona sia attraverso il sequestro di oggetti rinvenuti anche casualmente e sui quali si possano rinvenire tracce sia mediante l'acquisizione all'insaputa dell'interessato, sia attraverso perquisizioni domiciliari volte al sequestro di oggetti in uso all'indagato, cfr. Cass., sez. I, 22-6-1999, Fata, in *Cass. pen.*, 2000, 3101., 3101; Cass. pen., Sez. I, 23-10-2008, Tripodi, *ivi*, 2009, 11, 4348 ss., con nota di I. Boiano, *L'obbligo di informazione sulle finalità del prelievo di campioni organici*, cit.; Cass. pen., Sez. IV, 12-7-2004, I. e altro, CED 229129.

<sup>57</sup> Cfr. A. CAMON, *La disciplina delle indagini genetiche*, cit., 1426, secondo l'Autore « gli artt. 224-bis e 359-bis distribuiscono le operazioni lungo un'articolata serie di tappe: il fallimento dell'una spinge il procedimento in avanti, verso quella seguente. Bisogna sondare l'interessato, per raccogliergli l'eventuale disponibilità a collaborare ( un adempimento, questo, sul quale la legge è troppo vaga ); se non accetta, lo si invita a presentarsi; se alla data stabilita non compare, ne viene disposto l'accompagnamento coattivo; se, pur comparendo, rifiuta l'accertamento, viene ordinata l'esecuzione



A garanzia per il soggetto passivo, l'art. 359 *bis*, comma 3, c.p.p., rinvia all'art. 224 *bis*, comma 2, c.p.p.: l'ordinanza di autorizzazione richiama i contenuti dell'ordinanza che dispone la perizia.

Oltre a quanto disposto dall' art. 224 c.p.p. , l'ordinanza dovrà contenere: a) le generalità della persona da sottoporre all'esame e quanto altro valga ad identificarla; b) l'indicazione del reato per cui si procede, con la descrizione sommaria del fatto; c) l'indicazione specifica del prelievo o dell'accertamento da effettuare e delle ragioni che lo rendono assolutamente indispensabile per la prova dei fatti; d) l'avviso della facoltà di farsi assistere da un difensore o da persona di fiducia; e) l'avviso che, in caso di mancata comparizione non dovuta a legittimo impedimento, potrà essere ordinato l'accompagnamento coattivo; f) l'indicazione del luogo, del giorno, dell'ora e delle modalità di compimento dell'atto.

Preme ricordare che le operazioni disciplinate dall'art. 359 *bis* c.p.p. non sono state richiamate nell'art. 364 c.p.p., pertanto, il prelievo coattivo di campioni biologici su persona vivente non risulta inserito nel catalogo degli atti ai quali il difensore dell'indagato ha diritto di assistere, con o senza preavviso.

Ciò pare essere conseguenza dell'orientamento giurisprudenziale teso a distinguere l'attività meccanica del prelievo dalle successive analisi di laboratorio, di tipo intellettuale e valutativo, finalizzate alla tipizzazione ed alla comparazione del profilo genetico così ricavato<sup>58</sup>.

Così ragionando – si è già approfondito in precedenza – la prima fase del prelievo del materiale biologico, non richiederebbe le garanzie *ex art.* 360 c.p.p. ciò sulla flebile distinzione tra rilievi e accertamenti, così come tra accertamenti ripetibili e irripetibili a seconda della fase dell'indagine genetica e della qualità/quantità del campione. Si è anche detto che, in ambito di indagine genetica, tale distinzione ha ben poca ragione di esistere, tenuto conto della necessità di estendere sempre e comunque le garanzie di cui al 360 c.p.p. per le ragioni su evidenziate<sup>59</sup>; o comunque, procedere con uno strumento di garanzia ancor più incisivo costituito dall'incidente probatorio, tenuto conto che la relativa disciplina non richiede il requisito della non rinviabilità, ma sarà sufficiente il semplice presupposto che il mezzo di prova comporti

---

forzosa. Questa disciplina è stata salutata con grande favore: gli interpellati ripetutamente rivolti all'interessato punterebbero «ad evitare sino all'ultimo il ricorso alla forza fisica»

<sup>58</sup> R. ADORNO, *Il prelievo coattivo a fini investigativi*, cit., 5.

<sup>59</sup> In argomento P. FELICIONI, *Accertamenti sulla persona*, cit. : «sarebbe stata preferibile la previsione di un 360-bis c.p.p. calibrato sulla disciplina dell'accertamento tecnico irripetibile per una serie di ragioni. In primo luogo, anche se il prelievo è fisicamente reiterabile, qualora il materiale organico, conservato ai sensi dell'art. 72-quater disp. att. c.p.p., non fosse sufficiente per la ripetizione della tipizzazione genetica, potrebbe divenire necessario comprimere nuovamente la libertà personale. [...] In secondo luogo, si sarebbe garantito il contraddittorio anche conferendo al difensore dell'indagato la possibilità di partecipare all'atto d'indagine con l'ausilio di un proprio consulente tecnico che potrebbe esercitare un controllo preventivo».

l'esecuzione di accertamenti o prelievi su persona vivente previsti dall'art. 224 *bis* c.p.p.

Il secondo comma dell'art. 359 *bis* prevede che nei casi di urgenza, il pubblico ministero dispone lo svolgimento delle operazioni con decreto motivato, provvedendo a disporre l'accompagnamento coattivo, qualora la persona da sottoporre alle operazioni non si presenti senza addurre un legittimo impedimento; ovvero l'esecuzione coattiva delle operazioni, se la persona comparsa rifiuta di sottoporvisi. Entro le quarantotto ore successive il pubblico ministero richiede al giudice per le indagini preliminari la convalida del decreto e dell'eventuale provvedimento di accompagnamento coattivo. Al decreto dovrà, pertanto, far seguito l'ordinanza di convalida da parte del giudice per le indagini preliminari<sup>60</sup>.

Si nota il rigore motivazionale con cui è stata disciplinata l'urgenza, richiedendo che il decreto adottato dal pubblico ministero, contenente i medesimi elementi previsti dall'art. 224 *bis*, comma 2, c.p.p., specifichi il fondato motivo di ritenere che dal ritardo possa derivare grave o irreparabile pregiudizio alle indagini.

Tuttavia – come è stato correttamente notato in dottrina<sup>61</sup> – il legislatore normativizzando l'aggettivo *irreparabile*, ha in un certo qual modo solo apparentemente accostato il prelievo coattivo mediante decreto adottato *ex adrupto* dal pubblico ministero alla eccezionale situazione di irreversibile compromissione dello svolgimento delle indagini, cui l'uso del termine lascia evocare; solo apparentemente perché accanto ad esso è posto l'aggettivo *grave*, che coordinato con il precedente per mezzo della congiunzione «o», finisce per svuotare di significato quella caratterizzazione di irreparabilità per le indagini: sarà sufficiente solo un grave, ma comunque, rimediabile danno alle stesse<sup>62</sup>.

Il comma 3 dell'art. 359 *bis* c.p.p. è la parte «riuscita peggio»<sup>63</sup>, che affianca «un rinvio parziale agli artt. 224-*bis* e 132, comma 2» c.p.p. alla predisposizione d'«un apparato sanzionatorio autonomo e talora divaricato rispetto a quello previsto dalla norma di riferimento»<sup>64</sup>.

---

<sup>60</sup> In dottrina si nota come nulla sia detto sulla sorte dei campioni prelevati nel caso di mancata convalida: in particolare non è prevista la distruzione del campione biologico, né la cancellazione del profilo genetico eventualmente tipizzato, cfr. P. FELICIONI, *Accertamenti sulla persona*, cit.

<sup>61</sup> R. ADORNO, *Il prelievo coattivo a fini investigativi*, cit., 5.

<sup>62</sup> In argomento v. anche A. CAMON, *La disciplina delle indagini genetiche*, cit., 1426, secondo l'Autore i due aggettivi (*grave* e *irreparabile*) qualificano il danno sotto profili distinti: «il primo ne denota la forza; il secondo, la mancanza di rimedi. Sennonché, la legge non li pretende entrambi. Intendiamoci: l'uso della congiunzione disgiuntiva “o”, anziché della copulativa “e”, è incomprensibile, tanto da far pensare che sia il frutto d'una disattenzione di chi ha scritto il precetto; ma è facile pronosticare che la prassi riterrà sufficiente uno dei due requisiti; basterà dunque il pericolo d'un pregiudizio leggero, purché non rimediabile altrimenti; oppure d'un pregiudizio forte, ma fronteggiabile per altre vie».

<sup>63</sup> A. CAMON, *La disciplina delle indagini genetiche*, cit., 1426.

<sup>64</sup> C. CONTI, *I diritti fondamentali della persona tra divieti e «sanzioni processuali»: il punto sulla perizia coattiva*, cit., 1002.

La norma prevede duplici livelli sanzionatori, per l'eventualità che nel procedimento ordinario o d'urgenza, non siano rispettate le disposizioni che stabiliscono i limiti funzionali e di durata dell'accompagnamento coattivo (art. 132, comma 2, c.p.p.), i vincoli contenutistici del provvedimento che autorizza o dispone le operazioni (art. 224 *bis*, comma 2, c.p.p.), nonché i divieti, le modalità di realizzazione del prelievo o dell'accertamento medico e il criterio di "minima offensività" nella scelta delle tecniche esecutive (art. 224 *bis*, commi 4 e 5, c.p.p.)<sup>65</sup>.

Probabilmente di tale complesso di sanzioni l'unica interpretazione plausibile rimane la più ovvia, in quanto legata al dato letterale: se le norme «si applicano a pena di nullità delle operazioni e di inutilizzabilità delle informazioni così acquisite», vorrà dire che la prima, che ha ad oggetto la generalità delle operazioni sarà suscettibile di sanatoria, consentendo con ciò la fruibilità dei campioni biologici prelevati per nuovi accertamenti di laboratorio; la seconda, ovvero la sanzione dell'inutilizzabilità, avendo come oggetto l'informazione contenuta nel campione rende inutilizzabile la relativa tipizzazione del profilo, in ogni stato e grado del procedimento<sup>66</sup>.

La perplessità maggiore, tuttavia, si coglie nel mancato richiamo operato dal 559 *bis* al comma 7 dell'art. 224 *bis*, in punto di necessaria presenza del difensore al compimento del prelievo: in questo modo gli inquirenti potranno procedere alle relative operazioni senza che sia stata prevista come obbligatoria la garanzia di assistenza difensiva<sup>67</sup>.

---

<sup>65</sup> Cfr. Id.; In argomento si v. A. CAMON, *La disciplina delle indagini genetiche*, cit., 1426 e i riferimenti dottrinari ivi richiamati; l'Autore conviene nel diagnosticare ulteriori casi d'invalidità: l'assenza dell'autorizzazione giudiziale; il difetto d'un presupposto del provvedimento; nel caso della procedura *ex abrupto*, la mancanza dell'urgenza e il diniego della convalida sono tutti casi d'inutilizzabilità; cfr. G. GIOSTRA, *Gli importanti meriti e i molti limiti della nuova disciplina*, cit., 1217.

<sup>66</sup> Cfr. Id., secondo l'Autore il legislatore avrebbe introdotto un singolare ed inedito *arsenale* di sanzioni, risolvendosi in un concorso "apparente" tra nullità e inutilizzabilità, considerato il più rigoroso regime di quest'ultima specie di invalidità, rilevabile, anche d'ufficio, in ogni stato e grado del procedimento, giudizio di rinvio compreso. Tra l'altro secondo l'Autore «desta perplessità la scelta di associare alla violazione delle prescrizioni relative al contenuto del provvedimento (art. 224 *bis*, comma 2, c.p.p.) conseguenze diverse a seconda che le operazioni siano funzionali all'espletamento di un accertamento tecnico o di una perizia: la nullità delle stesse operazioni e l'inutilizzabilità delle informazioni, nel primo caso; la sola nullità, nel secondo». In argomento, in particolare circa la superfluità del richiamo alla nullità in quanto la sola inutilizzabilità sarebbe stata sufficiente ad impedire l'impiego degli elementi probatori male acquisiti si v. Cfr. C. GABRIELLI, *La decisione del "prelievo"*, cit., 70; P. FELICIONI, *L'acquisizione di materiale biologico*, cit., 232; M. STRAMAGLIA, *Prelievi coattivi e garanzie processuali*, cit., 277.

<sup>67</sup> Cfr. A. MUSUMECI, *La ratifica del Trattato di Prüm*, in *Banca dati del DNA e accertamento penale*, L. MARAFIORI- L. LUPARIA (a cura di), Milano, 2010, 13 ss.; C. MINNELLA, *Prelievo DNA: non essendo atto invasivo, niente garanzie difensive*, in *Diritto e giustizia*, 2016, 89, 13.

### 5.1. *La nuova ipotesi di prelievo coattivo a fini investigativi ad opera della L. n. 41 del 2016*

Con la L. 23 marzo 2016, n. 41 il legislatore ha introdotto nell'art. 359 *bis* c.p.p. un nuovo comma 3 *bis*, che prevede una nuova ipotesi di prelievo coattivo a fini investigativi nei casi di cui agli articoli 589 *bis* e 590 *bis* del codice penale (omicidio stradale e lesioni personali stradali), qualora il conducente rifiuti di sottoporsi agli accertamenti dello stato di ebbrezza alcolica ovvero di alterazione correlata all'uso di sostanze stupefacenti o psicotrope<sup>68</sup>.

La *ratio* di tale innesto normativo risiede nella necessità di preservare l'utilità pratica degli accertamenti in parola, destinata inevitabilmente a perdersi con il passare del tempo<sup>69</sup>.

In base alla lettera della legge, se vi è fondato motivo di ritenere che dal ritardo possa derivare grave o irreparabile pregiudizio alle indagini, il decreto di cui al comma 2 e gli ulteriori provvedimenti ivi previsti possono, nei casi di urgenza, essere adottati anche oralmente e successivamente confermati per iscritto. Gli ufficiali di polizia giudiziaria procedono all'accompagnamento dell'interessato presso il più vicino presidio ospedaliero al fine di sottoporlo al necessario prelievo o accertamento e si procede all'esecuzione coattiva delle operazioni se la persona rifiuta di sottoporvisi.

Si ripresenta lo schema procedurale del prelievo a fini di identificazione di cui all'art. 349, comma 2 *bis* c.p.p., ed insieme, le riserve di tale disciplina, sopra evidenziate.

Del decreto e delle operazioni da compiersi è data tempestivamente notizia al difensore dell'interessato, che ha facoltà di assistervi, senza che ciò possa comportare pregiudizio nel compimento delle operazioni. Entro le quarantotto ore successive allo svolgimento delle operazioni, il pubblico ministero richiede la convalida del decreto e degli eventuali ulteriori provvedimenti al giudice per le indagini preliminari.

Si prevede che le operazioni devono sempre svolgersi nel rispetto delle condizioni previste dai commi 4 e 5 dell'articolo 224 *bis*, tuttavia la norma non è corredata da alcuna sanzione nel caso di mancato rispetto<sup>70</sup>.

Il nuovo comma 3 *bis* dell'art. 359 c.p.p. non opera alcun riferimento al comma 2 dell'art. 224 *bis*, a differenza di quanto previsto nel comma precedente della medesima norma.

---

<sup>68</sup> In argomento si v. R. VALLI, *Il prelievo ematico coattivo per l'accertamento dei reati di lesioni e omicidio stradale colposi*, in [www.dirittopenalecontemporaneo.it](http://www.dirittopenalecontemporaneo.it), ottobre 2017.

<sup>69</sup> Cfr. A. BIGIARINI, *Gli aspetti processuali più rilevanti: prelievo biologico coattivo, arresto in flagranza e competenza del giudice*, cit., 429.

<sup>70</sup> In dottrina si sostiene trattarsi di veri e propri divieti probatori, con conseguente inutilizzabilità delle prove eventualmente acquisite, ai sensi dell'art. 191 c.p.p., così A. BIGIARINI, *Gli aspetti processuali più rilevanti: prelievo biologico coattivo, arresto in flagranza e competenza del giudice*, cit., 429.

La ritenuta esclusione può essere frutto o di un inquadramento della nuova ipotesi di prelievo coattivo quale istituto autonomo rispetto all'accertamento compiuto al di fuori delle ipotesi previste dal comma 3 *bis*, con conseguente applicazione dei soli commi 4 e 5 dell'art. 224 *bis* ivi richiamati.

Viceversa, l'alternativa ricostruzione ermeneutica propenderebbe nel considerare la nuova norma una *species* del *genus* accertamento tecnico coattivo, disciplinato ai commi precedenti, con relativa applicazione delle norme ivi richiamate<sup>71</sup>.

Probabilmente l'ultima posizione è da preferire, anche a ragion del fatto che non sarebbe ragionevole escludere l'applicabilità del comma 2 dell'art. 224 *bis* per una disciplina che già, e non poco, si pone in frizione con i principi costituzionali in tema di diritti fondamentali. A ciò si aggiunga che, nella norma in questione, viene richiamato il *decreto di cui al comma 2*, in un'ottica di continuità con il decreto motivato emesso nei casi di urgenza di cui all'art. 359 *bis*, comma 2, c.p.p.: ne consegue un'applicabilità dell'art. 224 *bis*, comma 2, c.p.p. ed i relativi contenuti, a pena di nullità<sup>72</sup>.

## 6. *Prelievo a fini peritali*

Alla legge n. 85 del 2009 va il merito di aver tentato di bilanciare, da un lato, esigenze di accertamento del fatto, dall'altro, la necessità che questo avvenga nel rispetto dei diritti fondamentali dell'individuo.

Delle condizioni previste dall'art. 224 *bis* c.p.p. ai fini dell'esecuzione della perizia laddove sia necessario compiere atti idonei ad incidere sulla libertà personale, quali il prelievo di capelli, di peli o di mucosa del cavo orale su persone viventi ai fini della determinazione del profilo del DNA, si è già accennato in precedenza.

Al prelievo coattivo si procede solo una volta accertato che non vi sia il consenso della persona interessata, sulla base della motivata ordinanza giurisdizionale<sup>73</sup>. Tuttavia, questo che rappresenta il nodo cruciale della norma, non manca di generare

---

<sup>71</sup> Cfr. P. FELICIONI, *Accertamenti sulla persona*, cit. «In ogni caso, a prescindere dall'opzione esegetica che si voglia effettuare, si sottolinea come la nuova disposizione non abbia specificato la tipologia di prelievo e di accertamenti da compiere: tuttavia, la necessità della verifica medica cui sono finalizzate le operazioni richiama alla mente il prelievo di urina o di sangue che, peraltro, non sono materiali biologici nominati dall'art. 224-bis c.p.p. sulla perizia coattiva: sono immediate le perplessità sul rispetto della riserva di legge imposta dalla Costituzione per ogni restrizione della libertà personale».

<sup>72</sup> Cfr. A. BIGIARINI, *Gli aspetti processuali più rilevanti: prelievo biologico coattivo, arresto in flagranza e competenza del giudice*, cit., 429.

<sup>73</sup> Si ricorda che l'ordinanza sarà ricorribile per Cassazione ex artt. 111, comma 7, Cost. e 568, comma 2, c.p.p., in quanto rientrante nei provvedimenti con i quali il giudice decide sulla libertà personale.

perplexità in virtù di un non chiaro raccordo tra le disposizioni: in particolare, tra il primo e il sesto comma dell'articolo in questione<sup>74</sup>.

Il comma 1 dispone che, *se non vi è il consenso della persona da sottoporre all'esame del perito, il giudice, anche d'ufficio, ne dispone con ordinanza motivata l'esecuzione coattiva, se essa risulta assolutamente indispensabile per la prova dei fatti*; il comma 6 stabilisce che *se l'interessato rifiuta di prestare il proprio consenso agli accertamenti, il giudice dispone che siano eseguiti coattivamente*.

Ebbene, la formulazione del comma 1, implicitamente, racchiude una scansione di due fasi, di cui la prima sia stata già costatata: l'una volta a richiedere il consenso per il prelievo, la seconda rivolta al conseguente prelievo coattivo.

Se così fosse, però, non si comprenderebbe, in quanto non chiarito dalla norma, a chi spetti formulare la richiesta di prelievo e prendere atto dell'eventuale diniego. A rivolgere la richiesta, per poi riferirne gli esiti al giudice, potrebbe essere il perito che si accinge a compiere le operazioni di cui è stato incaricato; o potrebbe essere direttamente il giudice<sup>75</sup>.

Ma, quand'anche si riuscisse a chiarire la scansione della norma in punto di richiesta e trasmissione di dissenso, rimarrebbe in atto un altro interrogativo di fondo: per quale ragione il legislatore avrebbe, in chiusura della norma, ripreso nuovamente l'eventualità che nel sol caso di mancato consenso il giudice disponga che i prelievi siano seguiti coattivamente?<sup>76</sup>

Probabilmente, la norma – oltre a mettere in evidenza una affermazione che non può non definirsi ripetitiva rispetto a quanto già affermato in esordio dell'articolo – racchiude un rafforzativo dell'ottica di eccezionalità dell'intervento coattivo, richiedendo, anche *in extremis*, una seconda affermazione, ovvero un ribadire il dissenso al prelievo in atto prima di subirlo coattivamente<sup>77</sup>.

Per quanto riguarda, invece, i contenuti che l'art. 224 *bis*, comma 2, c.p.p. assegna all'ordinanza che dispone il prelievo, previsti a pena di nullità, risultano scindibili in una parte «informativo-organizzativa», in una «giustificativa» e, infine,

---

<sup>74</sup> «L'art. 224 *bis* c.p.p. si rivela un assemblaggio di disposizioni per alcuni versi maldestro» cfr. C. GABRIELLI, *Il prelievo coattivo a fini peritali*, in *Giur. it.*, 2010, 5.

<sup>75</sup> *Ead.*, 5.

<sup>76</sup> Cfr. C. GABRIELLI, *Il prelievo coattivo a fini peritali*, cit., secondo tale dottrina il comma 6 avrebbe una plausibile ragion d'essere solo immaginando un art. 224 *bis* c.p.p. privo del comma 1: «se l'itinerario procedimentale prendesse avvio, infatti, con l'attuale comma 2, l'ordinanza che vi è disciplinata si limiterebbe a disporre il prelievo biologico, fissandone le coordinate spazio-temporali e le modalità di compimento, e lascerebbe impregiudicata l'alternativa fra procedervi in forma consensuale o coattiva».

<sup>77</sup> *Ead.*, secondo la quale è questa l'interpretazione preferibile, tuttavia si mette in luce come non sia affatto improbabile che la prassi si orienti verso una lettura più pragmatica: «laddove l'interessato non abbia già manifestato nel corso del procedimento la propria disponibilità al prelievo, l'ordinanza di cui all'art. 224 *bis*, comma 2, c.p.p. potrebbe configurarsi come provvedimento "aperto" quanto alle modalità (forzose o consensuali) dell'ablazione, tale da autorizzarne anticipatamente l'esecuzione»

in una dalla spiccata valenza «di garanzia»<sup>78</sup>, corredati da quelli previsti dall'art. 224 c.p.p.

Tra i vari requisiti – già elencati in sede di prelievi coattivi a fini investigativi – si ricorda la lett. d) dell'art. 224 *bis*, comma 1, c.p.p.: l'ordinanza dovrà contenere la facoltà di farsi assistere da un difensore e da persona di fiducia.

Probabilmente la norma pare esclusivamente riferita alla possibilità di assistenza nei riguardi del terzo estraneo, tenuto conto del fatto che in sede di perizia dibattimentale (o in sede di udienza preliminare) così come in sede di incidente probatorio, la persona del difensore è già stata designata<sup>79</sup>.

L'art. 224- *bis*, comma 4 c.p.p. stabilisce che non possono in alcun caso essere disposte operazioni che *contrastano con espressi divieti posti dalla legge o che possono mettere in pericolo la vita, l'integrità fisica o la salute della persona o del nascituro, ovvero che, secondo la scienza medica, possono provocare sofferenze di non lieve entità*; e il successivo comma 5 precisa che le operazioni peritali sono comunque eseguite nel rispetto della *dignità e del pudore di chi vi è sottoposto e che in ogni caso, a parità di risultato, sono prescelte le tecniche meno invasive*.

In dottrina, si è evidenziato che tali disposizioni, anziché dissipare i dubbi, contribuiscono ad accentuare le preoccupazioni<sup>80</sup>.

Si potrebbe cioè alimentare il sorgere di interpretazioni contrastanti circa la gravità, attualità e concretezza di tali rischi, nonché – soprattutto in tema di accertamenti medici – sul debole richiamo a ciò che, secondo la *scienza medica*, provochi sofferenze di non lieve entità<sup>81</sup>.

Dubbi anche riguardo il 5 comma dell'art. 224 *bis* che – si diceva – disciplina le modalità di svolgimento delle operazioni peritali: medesima dottrina<sup>82</sup> evidenzia come rilievi critici possano essere mossi al richiamo alla dignità della persona che – anziché essere collocata dalla norma tra i limiti assoluti – risulta invece posta come limite e modalità di svolgimento delle operazioni.

Resta da considerare, infine, il regime delle sanzioni processuali previste dall'art. 224 *bis*: la norma, a differenza di quanto si è detto nell'ambito degli accertamenti di cui all'art. 359 *bis* – che presenta un innesto di plurime sanzioni – prevede esclusivamente due nullità speciali: la prima con riferimento ai requisiti dell'ordinanza di cui al comma 2; la seconda in merito all'ipotesi in cui la persona

---

<sup>78</sup> C. GABRIELLI, *Il prelievo coattivo a fini peritali*, in *Giur. it.*, 2010, 5.

<sup>79</sup> Più diffusamente *Ead.*, 5 s.

<sup>80</sup> C. CONTI, *I diritti fondamentali della persona tra divieti e "sanzioni processuali": il punto sulla perizia coattiva*, cit., 993.

<sup>81</sup> Sul punto anche F. CASASOLE, *L'esame radiografico coattivo: qualificazione giuridica e limiti costituzionali*, in *Giur. it.*, 2007, 192 ss.; S. RENZETTI, *Gli accertamenti corporali coattivi: una questione irrisolta*, in *Cass. pen.*, 2006, 3557.

<sup>82</sup> C. CONTI, *I diritti fondamentali della persona tra divieti e "sanzioni processuali": il punto sulla perizia coattiva*, cit., 993.

sottoposta al prelievo o agli accertamenti non sia assistita dal difensore nominato, di cui al comma 7.

A ben vedere a seconda del soggetto che vede realizzata la causa di nullità varia il regime giuridico della stessa, tenuto conto che possono essere coinvolti tanto l'imputato quante terze persone, quali soggetti passivi dei prelievi. Ration per cui, in riferimento ai requisiti dell'ordinanza di cui al comma 2 dell'art. 224 *bis*, si costruisce un diverso regime di nullità a regime intermedio ai sensi dell'art. 178, lett. c) c.p.p., coinvolgenti l'intervento e l'assistenza dell'imputato; o un regime di nullità relativa qualora siano coinvolte terze persone<sup>83</sup>.

Con riguardo al caso di nullità di cui al comma 7 del medesimo articolo, ovvero all'assenza del difensore nominato, dottrina sostiene che, qualora si tratti del difensore dell'imputato, si integri una nullità assoluta ai sensi dell'art. 179 c.p.p., in quanto la norma pare imporre come obbligatoria la sua presenza<sup>84</sup>; qualora, invece, si tratti del difensore di altre parti private diverse dall'imputato dovrà ritenersi operativa una nullità intermedia *ex* art. 178, lett. c) c.p.p.; ed infine, in relazione al difensore di persone diverse dall'imputato (offeso o terzi) di una nullità relativa<sup>85</sup>.

Come si accennava, a differenza di quanto previsto nell'art. 359 *bis*, manca alcun riferimento alla sanzione della inutilizzabilità, tuttavia ciò non significa che all'interno della norma non possano essere rintracciati dei divieti probatori tali da far scattare la sanzione di cui all'art. 191 c.p.p.

Ciò risulta una logica conseguenza dei diritti fondamentali coinvolti nella norma e ivi compressi alla luce delle disposizioni previste; ragion per cui nel caso di violazione dei casi e dei modi previsti dalla legge non può che ritenersi implicitamente operante la generale sanzione dell'inutilizzabilità per violazione di un divieto probatorio che seppur non specificamente espresso si coglie mediante un'interpretazione costituzionalmente orientata della norma<sup>86</sup>.

---

<sup>83</sup> Sul punto, P. FELICIONI, *L'Italia aderisce al Trattato di Prüm: disciplinata l'acquisizione e l'utilizzazione probatoria dei profili genetici*, cit., 20; C. CONTI, *I diritti fondamentali della persona tra divieti e "sanzioni processuali": il punto sulla perizia coattiva*, cit., 993, in cui l'Autore si chiede se l'imputato abbia interesse ad eccepire le nullità quando il prelievo o l'accertamento debba essere effettuato su altri soggetti o persone: «La questione è rilevante con riferimento alle nullità relative che non possono essere rilevate d'ufficio dal giudice. Poiché l'ordinanza deve in ogni caso essere notificata anche all'imputato o al suo difensore, le omissioni concernenti l'indicazione del fatto per cui si procede e dell'accertamento da effettuare, paiono ripercuotersi in violazioni del diritto di difesa e, dunque, potrebbero essere fatte valere ai sensi dell'art. 178, lett. c) c.p.p.»

<sup>84</sup> C. CONTI, *I diritti fondamentali della persona tra divieti e "sanzioni processuali": il punto sulla perizia coattiva*, cit., 993; *Contra* F. CASASOLE, *Prelievi e accertamenti medici coattivi*, cit., 247, secondo cui l'assistenza sembra intesa in senso tecnico e non come presenza fisica.

<sup>85</sup> Cfr. C. CONTI, *I diritti fondamentali della persona tra divieti e "sanzioni processuali": il punto sulla perizia coattiva*, cit., 993.

<sup>86</sup> Cfr. *Ead.*, 993, che sottolinea la criticità della scelta del legislatore in quanto, a fronte di una disciplina *evanescente e priva di tassatività*, all'interprete sarà chiesto di individuare ciò che il legislatore non ha individuato: «esattamente il crinale che separa ciò che è vietato a pena di inutilizzabilità da ciò che è consentito»; Si ha cura anche di precisare la sanzione dell'inutilizzabilità



## 7. Il prelievo “istituzionale”

Disciplinato dall’art. 9 della L. 85/2009, il prelievo c.d. *istituzionale* può essere effettuato esclusivamente se il procedimento penale a carico dei soggetti passivi riguarda delitti non colposi per i quali è previsto l’arresto facoltativo in flagranza. Il riferimento, quindi, va ai delitti dolosi, consumati o tentati, per i quali la legge stabilisce la pena della reclusione superiore nel massimo a tre anni. Si esclude, inoltre, che il prelievo possa essere effettuato quando si procede o si è proceduto per alcuni reati tassativamente elencati<sup>87</sup>.

Il prelievo istituzionale ha riguardo alla tipizzazione dei profili genetici dei soggetti *in vinculis* per ragioni processuali: indagati o imputati in custodia cautelare, arrestati in flagranza di reato o sottoposti al fermo di indiziato di delitto, condannati detenuti ovvero ammessi a una misura alternativa a seguito di condanna irrevocabile per delitto non colposo, internati per l’applicazione di una misura di sicurezza detentiva.

Per tali soggetti il prelievo coattivo è giustificato dall’essere già questi sottoposti alla detenzione quale misura massima di limitazione della libertà personale<sup>88</sup>, legittimo appare un prelievo effettuato *ex lege* in quanto non è previsto l’intervento dell’autorità giudiziaria.

La questione impone una riflessione tenuto conto della non conciliabilità di un prelievo *ex lege* rispetto alla necessaria riserva di giurisdizione imposta dalla Costituzione.

In dottrina, si sostiene che la disciplina può apparire *congrua*, tenuto conto dell’ambito soggettivo che riguarda coloro la cui posizione processuale è stata oggetto di controllo da parte dell’autorità giurisdizionale, o in sede di convalida delle misure

---

dovrebbe ritenersi operante anche nel caso in cui la violazione incida sulle modalità delle operazioni peritali di cui al comma 5 dell’art. 224 *bis*: in tale prospettiva, nonostante si tratti di disposizioni che incidono sul *quomodo* della

prova, in virtù della natura degli sbarramenti prospettati e per gli interessi protetti dalla norma, di rango costituzionale, si tratta di modalità esecutive che incidono direttamente sulla tutela dei diritti fondamentali e, pertanto, impongono di essere inquadrati all’interno di veri e propri divieti probatori posti a pena di inutilizzabilità.

<sup>87</sup> Sono esclusi reati non violenti per accertare i quali l’analisi genetica non apporterebbe alcun contributo, si pensi a reati societari o reati tributari.

<sup>88</sup> Come se per tali soggetto sia *scontata* l’esecuzione coattiva, cfr. P. FELICIONI, *Accertamenti sulla persona*, cit., ivi richiamata in giurisprudenza Cass. pen., sez. VI, 28 aprile 2005, Pugliese, in *Cass. pen.*, 2006, 2553: «È utilizzabile, a fini di prova, il campione di sangue prelevato all’imputato nell’ambito degli ordinari accertamenti effettuati ai sensi dell’ordinamento penitenziario, essendo irrilevante la mancanza di uno specifico consenso a tal fine (nel caso di specie la Corte ha ritenuto legittima per l’accertamento del reato di cui all’art. 567 c.p., l’utilizzazione dei risultati dell’esame del DNA disposto dal p.m. sul campione ematico prelevato a fini sanitari all’imputato detenuto)».

precautelari; o a seguito dell'esecutività della sentenza di condanna e di quella che dispone la misura di sicurezza detentiva; o a seguito dell'ordinanza che dispone una misura alternativa alla detenzione<sup>89</sup>.

Tuttavia, si precisa, che una giustificazione di tal tipo soffre innegabilmente dell'irragionevole compressione di due piani che seppur dipendenti sono da tener distinti: l'uno relativo alla limitazione della libertà personale giustificata dai presupposti per l'adozione delle misure ivi richiamate; l'altro è il piano del prelievo coattivo che sarebbe per ciò solo giustificato *ex lege* senza necessità di un ulteriore controllo dell'autorità giudiziaria. In altre parole, una compressione della libertà ne giustifica altra, quand'anche solo la prima abbia ricevuto la copertura della riserva di giurisdizione che la Costituzione sembra, invece, sempre richiedere: «un controllo giurisdizionale è stato esercitato sulla legittimità della situazione fondante il prelievo (ossia la restrizione della libertà personale), ma non sullo svolgimento coattivo del prelievo stesso: si determina un'evidente frizione con l'art. 13, 2° co., Cost.»<sup>90</sup>.

Ciò nulla toglie all'utilità di tale prelievo per un confronto tra i profili di tali soggetti confluiti nella banca dati e i profili genetici estratti nell'ambito di procedimenti penali rimasti ignoti. Così come fonte di utilità potrebbe rivelarsi ai fini di una recidiva: «in tale ambito non si può forse escludere nemmeno una funzione “preventiva” del crimine dato che la facilità di individuazione del colpevole il cui profilo sia conservato nella banca dati potrebbe funzionare in concreto da deterrente»<sup>91</sup>.

Il regolamento di attuazione n. 87 del 2016, è intervenuto nel disciplinare l'oggetto e le modalità del compimento del prelievo per i soggetti di cui all'art. 9 della L. 85/2009.

In riferimento all'oggetto, si parla di prelievo di due campioni di mucosa orale.

Occorre premettere che il legislatore dimostra una poca uniformità terminologica e di modalità operative circa il prelievo, distinta a seconda dei vari istituti coinvolti: si parla di mucosa del cavo orale nel caso di prelievo dai soggetti ristretti nella libertà personale; di mucosa del cavo orale, peli o capelli nell'ipotesi di prelievo “processuale” ( artt. 224-bis e 359-bis c.p.p.); di saliva o capelli nell'ipotesi di identificazione dell'indagato ad opera della polizia giudiziaria (art. 349, comma 2-bis c.p.p.).

---

<sup>89</sup> Cfr. P. FELICIONI, *Accertamenti sulla persona*, cit.; Ead., *L'Italia aderisce al Trattato di Prüm: disciplinata l'acquisizione e l'utilizzazione probatoria dei profili genetici*, in *Dir. pen. proc., Speciale Banche dati*, 2009, n. 2, sostenendo che «In tale ottica non sarebbe stata oziosa una precisazione volta a consentire il prelievo, nei confronti degli indagati o imputati sottoposti a provvedimento cautelare custodiale, solo dopo l'interrogatorio di garanzia da parte del giudice procedente».

<sup>90</sup> Ead.,

<sup>91</sup> Ead.

«La previsione della mucosa del cavo orale, suscita perplessità in specie quando non sono contemplate alternative: infatti la tecnica di asportazione cruenta di un tessuto epiteliale è senza dubbio più incisiva del prelievo di un liquido come la saliva. Si può ritenere che il legislatore si sia espresso in termini di mucosa del cavo orale volendosi però, riferire alle particelle di desquamazione della mucosa orale che si possono trovare nella saliva: gli operatori nella prassi, non potendo effettuare una sorta di biopsia che oltretutto appare lesiva dell'integrità fisica, si dovrebbero orientare verso il prelievo di saliva. Tale considerazione trova sostegno nel regolamento di attuazione del 2016 il cui art. 5, 4° co., lett. b), prevedendo che il prelievo venga effettuato mediante un tampone orale a secco che viene strofinato sulla parte interna della guancia e/o sulle gengive per un tempo adeguato, sembra alludere al prelievo di saliva»<sup>92</sup>.

Circa le modalità del prelievo, la norma fa riferimento al prelievo di due campioni, allo scopo di consentire, previa autorizzazione dell'autorità giudiziaria, l'eventuale ripetizione della tipizzazione del DNA; norma posta a tutela del diritto di difesa perché protesa a consentire una nuova analisi di laboratorio che possa eventualmente servirsi di migliori tecnologie intanto emerse, senza necessità di un ulteriore prelievo, e comunque utile nei casi in cui il prelievo non risulti più possibile.

Il comma 3 dell'art. 5 del d.p.r. 87/2016 prevede che al prelievo provvede il personale della forza di polizia delegata all'esecuzione del provvedimento restrittivo, specificamente formato e addestrato.

Sempre in un'ottica tesa a garantire l'attendibilità del risultato, si scandiscono precisamente le modalità attraverso cui svolgere il prelievo, tra queste si evidenzia la necessità che il personale indossi i dispositivi di protezione individuale ogni qualvolta procede ad un prelievo; l'importanza che ogni campione biologico sia posto in un contenitore separato e siano garantiti i meccanismi di conservazione, di efficiente e precisa etichettatura e di utilizzo di sigilli antieffrazione, nonché di ciascuna modalità organizzativa tesa ad assicurare l'integrità del plico e la sua tracciabilità anche dall'arrivo in laboratorio all'analisi successiva. Il flusso del campione biologico, difatti, dal momento del prelievo fino all'arrivo al laboratorio centrale, è gestito attraverso una procedura informatizzata, raggiungibile dal portale della banca dati, e riservata ai soli operatori autorizzati mediante apposita autenticazione e autorizzazione.

#### *8. Prelievo e tipizzazione del profilo del DNA nel caso di denuncia di persone scomparse e nel caso di rinvenimento di cadaveri e resti cadaverici non indentificati*

---

<sup>92</sup> In questi termini Ead., *Il regolamento di attuazione della banca dati nazionale del DNA: scienza e diritto si incontrano*, cit., 731.

Nei casi di denuncia di scomparsa di una persona, la polizia giudiziaria acquisisce, se necessario, gli elementi informativi della persona scomparsa e gli oggetti ad uso esclusivo della stessa, al fine estrapolare e tipizzare profilo del DNA.

Per incrementare il potere identificativo del profilo, può essere richiesto ai consanguinei di sottoporsi volontariamente al prelievo biologico. In questo caso l'esplicita volontarietà del prelievo colma il vuoto emerso con la L. 85 del 2009, in riferimento alla mancanza di previsioni sulle modalità del prelievo e sulle garanzie a fronte della compressione della libertà personale<sup>93</sup>.

Qui il soggetto è sottoposto ad una procedura di identificazione mediante acquisizione dei suoi dati anagrafici e degli estremi del documento di identificazione.

I dati anagrafici dei soggetti consanguinei di cui al comma 1 sono inseriti in un sottoinsieme dell'AFIS (*Automated Fingerprint Identification System*), ovvero un sistema automatizzato per l'identificazione delle impronte digitali.

A tutela del diritto alla riservatezza dei dati, tanto i profili così raccolti, saranno conservati in un sottoinsieme della banca dati consultabili solo ai fini dell'identificazione della persona scomparsa.

Anche in questo caso la norma prevede il prelievo di due campioni della mucosa orale per le motivazioni su indicate; e normativamente previste sono tutte le cautele per consentire la tracciabilità del reperto biologico nelle varie fasi, verso la tipizzazione del profilo del DNA e delle operazioni effettuate dal personale addetto al laboratorio.

Il regolamento precisa che il personale in servizio presso i laboratori procede al trattamento del reperto biologico utilizzando un LIMS (*Laboratory Information Management System*) che genera automaticamente il codice, tramite il quale si evita l'identificazione diretta del reperto biologico.

---

<sup>93</sup> In questi termini *Ead.*, 733; e ivi richiamato A. D'AMATO, *La banca-dati nazionale del DNA e le modifiche al codice di procedura penale in tema di prelievi coattivi di materiale biologico a fini di prova*, in *Critica penale*, 2009, 222.

## CAPITOLO III

### BANCA DATI DEL DNA

#### 1. *I dati genetici*

Consapevoli della potenzialità dell'indagine genetica – quale strumento che consente di giungere mediante particolari metodologie alla tipizzazione di un profilo di DNA utile alla ricostruzione del fatto – non si poteva non prendere atto della altrettanta utilità rappresentata da una sistematica attività di comparazione di dati, tesa a rinvenire una compatibilità con informazioni genetiche che già si possiedono, perché adeguatamente conservate in una banca dati ad uso forense.

Con la ratifica del trattato di Prüm sulla cooperazione transfrontaliera del 2005<sup>1</sup>, anche l'Italia istituisce un archivio genetico nazionale così da creare e gestire schedari di analisi del DNA al fine di perseguire le violazioni penali.

La L. n. 85 del 2009 fornisce una duplice risposta normativa: il primo versante, è quello relativo al prelievo coattivo dopo la pronuncia della Corte costituzionale del 1996 e l'innesto normativo del 2005, di cui si è già parlato; il secondo versante è quello relativo, per l'appunto, all'istituzione della Banca dati che ha posto rimedio al brulicare di banche non ufficiali che ponevano non pochi problemi in punto di garanzia e controllabilità delle operazioni<sup>2</sup>.

Tuttavia, l'istituzione della Banca dati porta l'inevitabile problema di porre un bilanciamento di interessi confliggenti: da un lato la prevenzione e repressione del crimine, dall'altro, la tutela dei diritti fondamentali dell'individuo.

Un difficile bilanciamento, accentuato dalla peculiarità dei *dati genetici*<sup>3</sup>, la cui delicatezza è legata alla conservazione di informazioni intrinsecamente immutabili<sup>4</sup>, che genera una sorta di categoria di *perenni sospetti*<sup>5</sup> per coloro i cui profili sono conservati nella banca dati ed oggetto di una costante attività di comparazione.

---

<sup>1</sup> A. MUSUMECI, *La ratifica del Trattato di Prüm*, in *Banca dati del DNA e accertamento penale*, cit., 13 ss.

<sup>2</sup> G. GENNARI, *La istituzione della banca dati del DNA ad uso forense: dalla privacy alla sicurezza*, in *Prelievo del DNA e banca dati nazionale*, A. SCARCELLA (a cura di), Padova, 2009, 71.

<sup>3</sup> Per una discussione in dottrina sulla definizione di dati genetici, anche in rapporto ai dati personali si v. V. MARCHESE - L. CAENAZZO - D. RODRIGUEZ, *Banca dati nazionale del dna: bilanciamento tra diritti individuali e sicurezza pubblica nella legge 30 giugno 2009, n. 85*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 2013, fasc.4, 1863; e ampiamente E. STEFANINI, *Dati genetici e diritti fondamentali. Profili di diritto comparato ed europeo*, Padova, 2008, 1 ss.

<sup>4</sup> C. FANUELE, *Dati genetici e procedimento penale*, Padova, 2009, 66.

<sup>5</sup> G. GENNARI, *La istituzione della banca dati del DNA ad uso forense: dalla privacy alla sicurezza*, cit., 71.

Perseguire esigenze di accertamento del fatto, conduce, infatti, a generare un archivio di dati genetici che descrive di fatto una categoria di *minoranze socialmente pericolose*<sup>6</sup>, continuamente sotto controllo, per le quali, più di ogni altra, sorge un urgente bisogno di proteggere il diritto alla riservatezza<sup>7</sup>. Ed in questa direzione che si muove, seppur tardando ad arrivare, la Legge n. 85/2009, prima, e il decreto di attuazione del 2016, poi.

Occorre, inoltre, evidenziare, che – oltre alle caratteristiche di *immutabilità* o *immodificabilità* dei dati genetici nonostante il trascorrere del tempo, e *predittività* in ordine ad alcune possibili future condizioni di salute dell'individuo<sup>8</sup> – altra non men rilevante problematica che sorge in relazione ai dati genetici e al diritto alla riservatezza, è data dalla loro parziale condivisione tra persone legate da vincoli di parentela: l'informazione genetica diventa comune agli appartenenti al gruppo biologico e non di esclusiva proprietà del singolo, realizzandosi una sorta di contitolarità dei dati genetici<sup>9</sup>.

Si pensi al *familial searching* quale tecnica di analisi del DNA volta a rinvenire corrispondenze parziali tramite l'individuazione di vincoli di parentela tra l'indagato e chi possiede un profilo in banca dati ovvero ha offerto un campione biologico in occasione di uno *screening* di massa<sup>10</sup>.

Pertanto, tutto ciò che avvolge la tematica del trattamento dei dati genetici, incide immancabilmente con i diritti fondamentali, mettendo in discussione la persona nella sua dimensione costituzionale.

In riferimento al diritto alla libertà individuale, si rimanda alle considerazioni già effettuate in precedenza; si pone, invece ora, l'attenzione sul diritto alla riservatezza in rapporto alla tematica dei dati genetici.

Innanzitutto è bene precisare che – strettamente collegato ad esso ed ineludibile corollario anche del principio di uguaglianza di cui all'art. 3 Cost. – il rispetto della dignità personale, nella sua dimensione individualistica, si traduce nell'inammissibilità

---

<sup>6</sup> E. STEFANINI, *Dati genetici e diritti fondamentali. Profili di diritto comparato ed europeo*, cit., 9.

<sup>7</sup> Cfr. V. MARCHESE - L. CAENAZZO - D. RODRIGUEZ, *Banca dati nazionale del dna: bilanciamento tra diritti individuali e sicurezza pubblica nella legge 30 giugno 2009, n. 85*, cit., 1863

<sup>8</sup> Id., 1863.

<sup>9</sup> C. FANUELE, *Dati genetici e procedimento penale*, cit., 66 ss.

<sup>10</sup> Cfr. V. MARCHESE - L. CAENAZZO - D. RODRIGUEZ, *Banca dati nazionale del dna: bilanciamento tra diritti individuali e sicurezza pubblica nella legge 30 giugno 2009, n. 85*, cit., 1863, gli Autori mostrano la preoccupazione derivante dalla situazione in cui il parente rifiuti di sottoporsi volontariamente ad uno *screening* genetico per l'individuazione del reo sulla base della condivisibile riluttanza al prelievo di materiale biologico, perché potenzialmente fonte di incriminazione del consanguineo: dovrebbe ritenersi tutelabile il sentimento di solidarietà familiare del "testimone genetico", con la costruzione di un'ipotesi di astensione analoga a quella valevole per la testimonianza *ex* articolo 199 c.p.p. ovvero con la predisposizione di criteri *ad hoc*, più rigorosi rispetto ai presupposti legali del prelievo da indagato. Sul punto v. *supra*, Cfr. C. GABRIELLI, *La decisione del prelievo torna al giudice*, cit., 74.

sia delle sperimentazioni degradanti e rischiose per la salute, sia delle manovre di prelievo del DNA mortificanti e poco rispettose della persona<sup>11</sup>: in altre parole, il valore in commento assicura, in tutti gli ambiti in cui le informazioni genetiche vengono in rilievo, «un nucleo minimo essenziale di tutela dei diritti degli interessati, a prescindere da (o eventualmente anche contro) l'esistenza di un'apposita disposizione normativa»<sup>12</sup>.

Per quanto riguarda la tutela della riservatezza, il relativo concetto soffre di una dinamicità e mutevolezza spazio temporale, il cui contenuto risulta in continuo mutamento in relazione ai campi in cui esso si inserisce, e in continuo avanzamento rispetto al contesto sociale e tecnologico di riferimento<sup>13</sup>.

Riguardo la riservatezza – sia che la si inquadri come intangibilità della sfera privata della persona, sia che la si ponga come limite all'incedere delle indagini penali<sup>14</sup> per tutelare la prima, ovvero come diritto al controllo di ogni informazione riguardante la propria identità personale – occorrerà scandire il rapporto tra questa e la conservazione e il trattamento dei dati genetici.

A ben vedere, nell'ambito delle indagini genetiche, si possono distinguere due dimensioni della riservatezza: l'una operante nella prima fase, che consistente nel pregiudizio subito in sede di prelievo di campioni biologici senza il relativo consenso (strettamente connessa, pertanto, con la tutela della libertà personale); e l'altra operante in un momento successivo, rappresentato dalla compressione che l'archiviazione di dati genetici possa recare nella sfera privata, tenuto conto della loro eventuale rivelazione ad uso pubblico<sup>15</sup>.

---

<sup>11</sup> Cfr. V. MARCHESE - L. CAENAZZO - D. RODRIGUEZ, *Banca dati nazionale del dna: bilanciamento tra diritti individuali e sicurezza pubblica nella legge 30 giugno 2009, n. 85*, cit., 1863; cfr. P. FELICIONI, *L'acquisizione di materiale biologico a fini identificativi o di ricostruzione del fatto*, in *Prelievo del DNA e banca dati nazionale*, Padova, 2009, 203 ss.

<sup>12</sup> Cfr. E. STEFANINI, *Dati genetici e diritti fondamentali. Profili di diritto comparato ed europeo*, cit., 206 ss.; cfr. V. MARCHESE - L. CAENAZZO - D. RODRIGUEZ, *Banca dati nazionale del dna: bilanciamento tra diritti individuali e sicurezza pubblica nella legge 30 giugno 2009, n. 85*, cit., 1863

<sup>13</sup> In generale A. FAMIGLIETTI, *Il diritto alla riservatezza o la riservatezza come diritto*, in Aa. Vv., *Bio-tecnologie e valori costituzionali*, A. D'ALOIA, Torino, 2005, 299; cfr. P. FELICIONI, *Il regolamento di attuazione della banca dati nazionale del DNA: scienza e diritto si incontrano*, cit., 727; V. MARCHESE - L. CAENAZZO - D. RODRIGUEZ, *Banca dati nazionale del dna: bilanciamento tra diritti individuali e sicurezza pubblica nella legge 30 giugno 2009, n. 85*, cit., 1863, in cui gli Autori ricordano la sentenza della C. Cost. n. 173 del 2009 che espressamente riconosce la natura di diritto fondamentale della riservatezza, riguardante la vita privata dei cittadini nei suoi molteplici aspetti; riaffermando altresì la necessità di prevedere una sua tutela più intensa rispetto al passato.

<sup>14</sup> Circa il rapporto tra diritto di riservatezza e diritto alla prova, si ritiene che il primo non possa limitare il secondo, almeno nel processo penale in cui si pone in discussione la libertà e l'onore di una persona; in questi termini P. FELICIONI, *Il regolamento di attuazione della banca dati nazionale del DNA: scienza e diritto si incontrano*, cit., 727; si v. anche M. PISANI, *La tutela penale della "riservatezza": aspetti processuali*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 1967, 787.

<sup>15</sup> Sul punto v. V. MARCHESE - L. CAENAZZO - D. RODRIGUEZ, *Banca dati nazionale del dna: bilanciamento tra diritti individuali e sicurezza pubblica nella legge 30 giugno 2009, n. 85*, cit.,

Ebbene, alla luce di un'esigenza di bilanciamento tra interessi contrastanti, la riservatezza dovrà essere tutelata successivamente alla fase di raccolta delle informazioni genetiche mediante specifiche misure di sicurezza<sup>16</sup>.

Ciò pare in linea anche con quanto espresso dalla Corte europea dei diritti dell'uomo, in relazione al rapporto tra esigenze di giustizia e quelle di riservatezza nel caso *Marper and S. vs the United Kingdom*<sup>17</sup>.

In tale occasione, infatti, la Corte ha introdotto il criterio della *proporzionalità* del trattamento dei dati personali: esso in tanto è consentito, in quanto venga mantenuto entro limiti temporali compatibili con il raggiungimento delle finalità perseguite<sup>18</sup>. Il che, peraltro, l'esigenza di temperamento deve spingere verso una soluzione accettabile in quanto non comprima eccessivamente le garanzie fondamentali dell'individuo.

Di seguito si porrà l'attenzione sulle scelte operate dal nostro legislatore per ovviare a tale complesso e problematico rapporto tra esigenze di accertamento da un lato e tutela della persona dall'altro.

## 2. Il quadro normativo prima della L. 85 del 2009

L'esigenza di istituire una banca dati del DNA nasce a seguito di numerose spinte a livello sovranazionale<sup>19</sup>. Il 25 giugno del 2001 il Consiglio europeo elabora un formulario per lo scambio di dati sul profilo del DNA<sup>20</sup>, ottenuti mediante un'analisi forense, in quanto ritenuto fondamentale per la lotta alla criminalità in modo

---

1863: secondo gli autori: « Le problematiche coinvolgono due dimensioni della riservatezza, elaborate prevalentemente da studiosi e giudici nordamericani: la *physical privacy* e la *informational privacy*. La prima, corrispondente al tradizionale *right to be alone*, è suscettibile di pregiudizio nella fase del prelievo di campioni biologici senza il consenso del periziando; la *informational privacy*, la facoltà, cioè, di trattenere i dati più "intimi" nella propria sfera privata e di controllarne, poi, rivelazione ed uso pubblico, quando i dati stessi siano ormai fuori dalla propria disponibilità, può essere compressa dall'archiviazione elettronica dei dati genetici», richiamando in dottrina: P. FELICIONI, *L'acquisizione di materiale biologico a fini identificativi o di ricostruzione del fatto*, cit., 193; C. FANUELE, *Dati genetici e procedimento penale*, cit., 66 ss.

<sup>16</sup> Cfr. P. FELICIONI, *Il regolamento di attuazione della banca dati nazionale del DNA: scienza e diritto si incontrano*, cit., 728; P. TONINI, *Manuale di procedura penale*, Milano, 2015, 572.

<sup>17</sup> C. Edu n. 30562 del 2004; e C. Edu 30566 del 2004.

<sup>18</sup> C. FANUELE, *Dati genetici e procedimento penale*, cit., 174; cfr., V. MARCHESE - L. CAENAZZO - D. RODRIGUEZ, *Banca dati nazionale del dna: bilanciamento tra diritti individuali e sicurezza pubblica nella legge 30 giugno 2009, n. 85*, cit., 1863.

<sup>19</sup> Per un'ampia trattazione sul percorso normativo che ha condotto alla L. 85 del 2009 si v. E. COLOMBO, *La Banca dati del DNA in Italia: prime considerazioni nel panorama europeo, alla luce del regolamento attuativo*, in *Cass. pen.*, 2016, 375B.

<sup>20</sup> Risoluzione del Consiglio del 25 giugno 2001 sullo scambio dei risultati delle analisi del DNA, in GUCE, C 187 del 3 luglio 2001, p. 1 ss.



controllato, invitando gli Stati membri ad utilizzare gli stessi marcatori del DNA, per il sol fine di coadiuvare le indagini penali.

Per questo motivo, a fronte della particolarità e sensibilità dei dati genetici, il Consiglio ha escluso quelle zone cromosomiche idonee a fornire informazioni relative a specifiche caratteristiche ereditarie, che non avrebbero avuto alcuna influenza per le indagini, obbligando alla distruzione nel caso in cui i marcatori elencati nella risoluzione fossero in grado di fornire tali informazioni.

La direttiva 95/46/CE, in riferimento alla protezione dei dati personali, tende a stabilire un equilibrio fra un livello elevato di tutela della vita privata delle persone e libera circolazione dei dati personali all'interno dell'Unione europea: la direttiva fissa limiti precisi per la raccolta e l'utilizzazione dei dati personali richiedendo per ciascun Stato membro l'istituzione di un organismo nazionale indipendente finalizzato alla sorveglianza di ogni attività relativa al trattamento dei dati personali<sup>21</sup>.

Sotto quest'impulso è stata emanata la Decisione 2008/615/GAI a cui è seguita una successiva Decisione (2008/616/GAI) attuativa, entrambe del 23 giugno 2008; unitamente alle proposte e agli atti legislativi in materia di scambio di informazioni tra autorità di polizia nell'Unione europea tesi a realizzazione lo spazio di libertà, sicurezza e giustizia, nonché forme di cooperazione tra Stati membri esterne al quadro giuridico dell'Unione europea.

Tra questi, il Trattato di Prüm del 2005 sul rafforzamento della cooperazione transfrontaliera nella lotta contro il terrorismo, la criminalità transfrontaliera e l'immigrazione illegale.

Sulla base di tale accordo, gli Stati si impegnano a creare e gestire archivi di analisi nazionali sul DNA finalizzati alla persecuzione e prevenzione dei fatti punibili, e al mantenimento della sicurezza e dell'ordine pubblico, il cui trasferimento delle informazioni dovrà avvenire nel rispetto dei diritti fondamentali previsti dalla Carta dei diritti, dalla CEDU, e dalle tradizioni costituzionali comuni.

Sulla base di queste premesse normativa, l'Italia istituisce la Banca dati nazionale DNA con la L. 85 del 2009.

### *3. L'istituzione della Banca Dati DNA*

Nell'articolato quadro normativo emergente dalla Legge n. 85 del 2009, si riassume l'intenzione di fondo del legislatore all'interno di quella che è stata definita

---

<sup>21</sup> In Italia la menzionata Direttiva ha trovato una prima attuazione con la legge n. 675 del 1996, poi modificata e sostituita dal d.lg. n. 196/2003, c.d. Codice della *privacy*, il quale a sua volta è stato oggetto di riforme nel tempo

una *doppia anima*<sup>22</sup> della legge: offrire una copertura legislativa alla disciplina sul prelievo coattivo; istituire una Banca dati nazionale, in ossequio alle spinte normative su indicate, in modo da prevedere una disciplina organica sulla acquisizione e sul trattamento delle informazioni genetiche a fini forensi.

Si è sostenuto in dottrina<sup>23</sup>, che le garanzie costituzionali in materia di libertà personale sarebbero assicurate da due fondamentali limitazioni: l'articolo 5 della legge, che individua la finalità della banca dati nazionale del DNA nella sola identificazione degli autori dei delitti, escludendo, pertanto, qualsiasi altro impiego diverso da questo; e l'articolo 11 comma terzo, in base al quale l'analisi può riguardare solo segmenti non codificanti del genoma umano, dai quali, cioè, non sarebbero desumibili informazioni generali sul soggetto, ovvero quelle relative ad eventuali patologie.

In particolare, l'art. 5 della legge prevede l'istituzione di due organismi aventi differenti funzioni: la banca dati nazionale del DNA, presso il Ministero dell'interno (Dipartimento della pubblica sicurezza); e il laboratorio centrale per la banca dati nazionale del DNA, presso il Ministero della giustizia (Dipartimento dell'amministrazione penitenziaria), la cui individuazione di due diversi organi segnala la *ratio* garantista di una scelta normativa orientata verso una netta separazione, logistica e gestionale, delle strutture coinvolte.

Con riguardo alla funzione esplicata dalla banca dati, l'art. 7 individua quali attività, la raccolta di profili genetici e il raffronto tra profili di DNA a fini di identificazione.

Nella banca dati, infatti, confluiscono tre tipologie di profili: quelli attribuiti a persone identificate come soggetti arrestati o fermati, indagati, imputati o condannati sottoposti a misura restrittiva della libertà personale (ai sensi dell'art. 9 commi 1 e 2)<sup>24</sup>, quelli appartenenti a persone scomparse o loro consanguinei, di cadaveri e resti cadaverici non identificati e, infine, quelli tipizzati da reperti biologici acquisiti nel corso di procedimenti penali ( *ex art.* 10): può trattarsi anche di profili non ancora attribuiti a persone identificate.

---

<sup>22</sup> Cfr. P. TONINI, *Informazioni genetiche e processo penale ad un anno dalla legge*, cit., 887, secondo l'Autore le due entità convivono, ma creano conflitti interni.

<sup>23</sup> A. D'AMATO, *La banca dati nazionale del DNA e le modifiche al codice di procedura penale in materia di prelievi coattivi di materiale biologico a fini di prova*, in *Crit. pen.*, settima serie, anno LXIV, fascicolo III/IV.

<sup>24</sup> Ciò espressione del c.d. «principio della *proporzionalità* tra il sacrificio della riservatezza e la gravità di quel delitto, che impone l'inserimento istituzionale del profilo genetico in relazione a tutti coloro che hanno avuto ristretta la libertà personale in base a una condanna definitiva o ad un provvedimento cautelare. Si tratta dei delitti dolosi o preterintenzionali che consentono "quanto meno" l'arresto facoltativo in flagranza (così deve essere interpretato l'art. 9, comma 1, al fine di renderlo funzionante)» cfr. P. TONINI, *Informazioni genetiche e processo penale ad un anno dalla legge*, cit., 887.

Il laboratorio centrale si occupa di tipizzare i profili del DNA dei soli soggetti ristretti nella libertà personale individuati dall'art. 9 per poi inviarli con un *file* alla banca dati: i relativi campioni biologici, invece, saranno conservati dal medesimo laboratorio (art. 8).

La separazione funzionale del laboratorio<sup>25</sup> e della banca dati, trova la propria giustificazione nella differenza qualitativa tra i dati conservati nell'uno e nell'altra<sup>26</sup>: in altre parole, nella differente capacità informativa del *campione biologico* rispetto al *profilo del DNA*<sup>27</sup>.

La Legge prevede, inoltre, l'istituzione di un Garante per la protezione dei dati personali che svolge la funzione di controllo sulla banca dati del DNA; e del Comitato nazionale per la biosicurezza, le biotecnologie e le scienze della vita (CNBBSV) che vigila sul laboratorio centrale, a garanzia dell'osservanza dei criteri e delle norme di sicurezza per il suo funzionamento, ed esegue, sentito il Garante della *privacy*, verifiche presso lo stesso laboratorio ed i laboratori che lo alimentano, formulando suggerimenti circa i compiti svolti, le procedure adottate, i criteri di sicurezza e le garanzie previste, e ogni altro aspetto ritenuto utile per il miglioramento del servizio.

L'art. 19 prevede l'obbligo di informazione al Parlamento da parte dei Ministri dell'interno e della giustizia, con cadenza annuale, in ordine alle attività svolte nel periodo di riferimento dalla banca dati nazionale del DNA e dal laboratorio centrale; e obbligo di informazione relativo allo stato di attuazione delle norme previste dal capo II, riguardante, per l'appunto, l'istituzione della banca dati e del laboratorio, per le parti di rispettiva competenza.

Il legislatore, per garantire l'uniformità dei dati acquisiti dal laboratorio centrale e da altri laboratori specializzati, scandisce la metodologia da seguire per l'analisi dei reperti e dei campioni biologici volta alla tipizzazione dei profili genetici che confluiranno nella banca dati nazionale, fissando i parametri delle analisi sulla base delle indicazioni offerte a livello internazionale e indicate dall' *European Network of Forensic Sciences Institutes (ENFSI)*; e richiedendo, altresì, che per l'inserimento nella banca dati, la condizione per cui i profili siano stati tipizzati in laboratori certificati a norma *ISO/IEC* (art. 11)<sup>28</sup>.

---

<sup>25</sup> P. FELICIONI, *L'Italia aderisce al Trattato di Prüm: disciplinata l'acquisizione e l'utilizzazione probatoria dei profili genetici*, cit., 6.

<sup>26</sup> G. GENNARI, *La istituzione della banca dati nazionale del DNA ad uso forense: dalla privacy alla sicurezza*, in Aa. Vv., *Prelievo del DNA e banca dati nazionale*, cit., 60.

<sup>27</sup> G. LAGO, *Il trattamento dei dati e dei campioni biologici: la banca dati nazionale del DNA e il bilanciamento tra le ragioni di giustizia e la tutela della privacy*, in Aa. Vv., *Prelievo del DNA e banca dati nazionale*, cit., 128.

<sup>28</sup> P. FELICIONI, *L'Italia aderisce al Trattato di Prüm: disciplinata l'acquisizione e l'utilizzazione probatoria dei profili genetici*, cit., 6; in argomento U. RICCI, *L'accreditamento iso 17025:2005 nel laboratorio di genetica forense iso 17025:2005*, in *Rivista Italiana di Medicina Legale (e del Diritto in campo sanitario)*, fasc.1, 2014, 69

Posti a tutela del diritto al riservatezza, si pongono gli art. 12 e 13 della Legge: essi si occupano, rispettivamente, della legittimazione attiva, delle modalità e delle finalità del trattamento nonché dell'accesso ai dati contenuti presso la banca dati nazionale del DNA e il laboratorio centrale per la banca dati medesima<sup>29</sup>; dei limiti temporali di conservazione di profili e campioni del DNA<sup>30</sup>.

L'art. 12 della legge in commento prevede che i profili del DNA, conservati nella banca dati, e i relativi campioni, conservati nel laboratorio centrale, non contengono le informazioni che consentono l'identificazione diretta del soggetto cui si riferiscono: il trattamento deve essere, perciò, effettuato con l'utilizzazione di dati anonimi e l'identificazione dell'interessato deve avvenire soltanto qualora sia effettivamente necessaria.

I successivi commi dell'art. 12 prescrivono che il trattamento e l'accesso ai dati conservati nella banca dati e nel laboratorio centrale possono essere effettuati solo da operatori espressamente autorizzati e con modalità tali da assicurare l'identificazione dell'operatore e la registrazione dell'attività.

Fondamentale è l'esigenza di assicurare la registrazione di ogni attività riguardante i campioni biologici al fine di garantire la tracciabilità dei dati e dei campioni.

L'ultimo comma dell'art. 12 configura, in capo al personale (addetto alla banca dati nazionale e al laboratorio centrale) autorizzato al trattamento dei dati, l'obbligo del segreto per gli atti, i dati e le informazioni di cui sia venuto a conoscenza a causa o nell'esercizio delle funzioni.

Alla L. 85 del 2009, va indubbiamente il merito di aver inciso positivamente sulla tutela del diritto alla riservatezza, tuttavia non sono mancati rilievi critici.

L'art. 11, comma 3, fonda, ed insieme limita, l'utilizzabilità dell'analisi del DNA a soli fini identificativi, ragion per cui altri scopi (quali, per esempio, ottenere informazioni circa l'identificazione di patologie) non dovrebbero essere consentiti.

Tuttavia, si è notato che sarebbe stato più opportuno ampliare l'ambito di non utilizzabilità dell'informazione genetica ben oltre quello delle semplici patologie, seguendo magari l'accezione più garantista contenuta nella Decisione del Consiglio dell'Unione Europea (2008/616/GAI) che imponeva all'Italia di tipizzare soltanto *i profili non codificanti del DNA*, e cioè, i segmenti che *non forniscono alcuna proprietà funzionale di un organismo*<sup>31</sup>.

---

<sup>29</sup>G. LAGO, *Il trattamento dei dati e dei campioni biologici: la banca dati nazionale del DNA e il bilanciamento tra le ragioni di giustizia e la tutela della privacy*, in Aa. Vv., *Prelievo del DNA e banca dati nazionale*, cit., 128.

<sup>30</sup>I. ARUSCI, *Cancellazione dei profili e distruzione dei campioni*, in *Banca dati del DNA e accertamento penale*, cit., 112 ss.

<sup>31</sup>Cfr., P. TONINI, *Informazioni genetiche e processo penale ad un anno dalla legge*, cit., 887; definita la critica in relazione al profilo della *pertinenza del dato*.

Sotto un altro angolo visuale, la L. 85 del 2009 è parsa non attuare in pieno il contraddittorio in punto di diritto di difesa e di parità delle parti, in ragione del fatto che per il difensore non è previsto alcun diritto di accesso alla Banca dati nazionale.

Le alterate esigenze difensive non troverebbero ragione d'essere all'interno di un principio costituzionale che contempla il diritto di difesa come inviolabile, se non a costo di ritenere il diritto alla riservatezza posto al disopra di questo; conclusione che ingenererebbe una disparità di trattamento e non ragionevole conclusione, tenuto conto che la tutela della riservatezza, costituirebbe un limite solo per la difesa e non anche per l'accusa<sup>32</sup>.

Del resto tale tutela non potrebbe mai rappresentare un argine al diritto alla prova, in ragione del fatto che l'accertamento di un reato costituisce un «valore primario sul quale si fonda ogni ordinamento ispirato al principio di legalità»<sup>33</sup>.

Ovviamente – come si è già avuto modo di accennare – la tutela alla riservatezza deve essere garantita ma solo successivamente alla raccolta del dato, mediante «quelle misure organizzative che tendono a proteggere le informazioni raccolte; e questo deve avvenire sia nella normativa processuale, sia nella organizzazione delle Banche dati»<sup>34</sup>.

#### *4. Il decreto di attuazione della Banca dati del DNA*

In data 7 aprile 2016, è stato emanato il Regolamento recante disposizioni di attuazione della legge in materia di istituzione della banca dati nazionale del DNA e del laboratorio centrale per la banca dati nazionale del DNA, ai sensi dell'art. 16 della legge n. 85 del 2009<sup>35</sup>.

Il Regolamento, disciplina le modalità di funzionamento ed organizzazione della banca dati e del laboratorio centrale per la banca dati nazionale del DNA, di cui all'art. 5 della l. 30 giugno 2009, n. 85, e lo scambio di dati sul DNA per le finalità di cooperazione transfrontaliera, come previsto dalle decisioni del Consiglio dell'Unione europea n. 2008/615/GAI e n. 2008/616/GAI.

L'art. 2 fornisce un catalogo di definizioni che aiuta comprendere la norma, soprattutto per via dell'utilizzo di termini appartenenti al settore scientifico.

Gli artt. 3 e 4 riguardano l'organizzazione e il funzionamento della banca dati del DNA collocata presso il Ministero dell'interno, che – si è detto – è logisticamente separata dagli altri sistemi informatici: aspetto questo di assoluta importanza se si

---

<sup>32</sup> Id. 887; v. anche Id., *Considerazioni su diritto di difesa e prova scientifica*, in *Archivio Penale*, 2011, 828.

<sup>33</sup> C. Cost. n. 238 del 1996, cit.

<sup>34</sup> P. TONINI, *Informazioni genetiche e processo penale ad un anno dalla legge*, cit., 887.

<sup>35</sup> D.P.R. pubblicato nella Gazzetta ufficiale n.122 del 26 maggio 2016.

considera che è proprio l'incrocio dei dati che permette di ricavare una quantità incontrollata di informazioni relative ad un determinato soggetto, con rischio elevato di violazione della *privacy*<sup>36</sup>.

La banca dati è predisposta per la raccolta ed il raffronto dei profili del DNA, secondo quanto previsto dalla legge. La gestione dei profili avviene su due livelli separati: il primo livello è impiegato a fini investigativi nell'ambito del territorio dello Stato; il secondo livello riguarda invece le attività di cooperazione internazionale di polizia, conformemente alle decisioni del Consiglio dell'Unione europea n. 2008/615/GAI e n. 2008/616/GAI, e successive modificazioni.

Viene ribadito che l'accesso alla banca dati, è limitato ai soli soggetti abilitati e designati come incaricati del trattamento, i quali potranno accedere dopo aver superato una autenticazione informatica.

L'art. 4 precisa l'organizzazione interna del Laboratorio indicando la varie fasi analitiche verso la tipizzazione del DNA; laboratorio che si occupa in particolare di accettare, catalogare e conservare i campioni biologici; eseguire le attività di estrazione e quantificazione del DNA; moltiplicazione in vitro i frammenti raccolti; lettura ed interpretazione dei profili di DNA in maniera automatizzata. Il laboratorio centrale è, altresì, dotato di un sistema che consente il controllo su ogni attività, al fine di garantire la correttezza e tracciabilità dei campioni biologici.

Ai sensi degli artt. 5 e 6, il campione di DNA viene acquisito con due campioni della mucosa orale per permettere la ripetibilità dell'attività di tipizzazione del DNA; sul punto si richiama quanto in precedenza detto.

Al prelievo provvede, il personale di Polizia penitenziaria (specificamente formato e addestrato) sia per i soggetti minorenni che per gli adulti. Provvede, invece, il personale delle forze di polizia, nei casi di applicazione di ordinanza che dispone gli arresti domiciliari, la permanenza in casa o il collocamento in comunità; arresto in flagranza o fermo, con esclusione dei casi in cui, dopo il giudizio di convalida, sia disposta l'associazione ad un istituto penitenziario; applicazione di una misura alternativa alla detenzione, se il soggetto non è in stato di custodia; applicazione di una misura di sicurezza detentiva, anche nella forma del collocamento in comunità.

I campioni sono numerati ed identificati in maniera chiara e certa e vengono inviati nel minor tempo possibile presso il laboratorio centrale il quale procede alla registrazione informatizzata, all'inserimento del campione per via telematica e alla sua conservazione sicura. La conservazione permette la correlazione sicura tra il campione e i risultati indicati in archivio (e quindi resi accessibili), nonché l'eventuale circolazione del reperto biologico e la ripetibilità delle operazioni.

---

<sup>36</sup> Così E. COLOMBO, *Il nuovo regolamento per l'istituzione della Banca dati nazionale del DNA: commento a prima lettura e confronto con le disposizioni di altri Stati*, in *Cass. pen.*, 2016, 12, 4615B.

Ai sensi degli artt. 7 e 8, il personale addetto ed autorizzato può procedere alla decodifica del codice informatico relativo al reperto biologico, secondo una procedura tracciata e, quindi, controllata, tale da evitare intrusioni illecite da parte di soggetti privi di legittimazione a monte e si prevengono la circolazione incontrollata di dati sensibili, con violazione della *privacy* dell'interessato.

Qualora si tratti di cadaveri, resti cadaverici, consanguinei della persona scomparsa l'attività di decodifica può essere svolta per la riconducibilità dei predetti cadaveri e resti cadaverici a persona scomparsa solo a fini identificativi. Il trattamento è consentito nel rispetto della normativa *privacy*, solo per le finalità di applicazione del Regolamento in analisi o in base all'autorizzazione fornita dall'autorità giudiziaria.

Il rispetto del complesso delle indicazioni normative, in particolare la predisposizione delle misure tese a preservare la rigore dell'analisi e la tracciabilità del dato, indubbiamente accentuano l'oggettività dell'analisi, riducendo, di converso, personali condizionamenti o soggettive scelte dell'analista; orientando, perciò, la tipizzazione del profilo verso una maggiore obiettività del risultato<sup>37</sup>.

L'art. 9 disciplina le modalità di consultazione a seguito di richieste in ambito nazionale. In particolare, il personale in servizio presso i laboratori delle Forze di polizia e la banca dati ha la facoltà di procedere ad una consultazione tramite la ricerca ed il raffronto dei profili del DNA. La consultazione può essere effettuata a livello nazionale, solo caso per caso ai sensi dell'art. 2, lett. k), della decisione del Consiglio dell'Unione europea n. 2008/616/GAI, e l'esito del raffronto viene comunicato per via automatizzata ai laboratori delle Forze di polizia che hanno inserito il profilo del DNA, tramite il portale della banca dati.

L'art. 10 disciplina i criteri di inserimento e raffronto tra profili di DNA e norme di concordanza<sup>38</sup>.

Gli artt. dall'11 al 18 del regolamento disciplinano la consultazione automatizzata della Banca dati per finalità di cooperazione transfrontaliera e le disposizioni in materia di protezione dei dati personali, individuando il punto di contatto nazionale. Il regolamento non manca poi di far riferimento alle successive modificazioni delle decisioni del Consiglio europeo e in particolare la 2009/C 296/01<sup>39</sup> sullo scambio dei risultati della analisi del DNA, richiamata all'art. 12 comma 4, che ha una particolare valenza per quanto concerne il tipo di marcatori utilizzati.

A presidio della qualità dei dati e tracciabilità delle consultazioni, in queste attività il Garante cura la trasmissione e la ricezione di dati personali per finalità di cooperazione transfrontaliera.

---

<sup>37</sup> U. RICCI. *D.N.A. Oltre ogni ragionevole dubbio*, cit., 96-97.

<sup>38</sup> Le questioni saranno affrontate più ampiamente nel prosieguo dell'inquadramento scientifico.

<sup>39</sup> Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, 2009/C 296/01, Progetto di risoluzione del Consiglio, del 30 novembre 2009, sullo scambio dei risultati delle analisi del DNA, 5-12-2009.

Gli artt. dal 19 al 25 disciplinano le tecniche, le modalità di analisi, i tempi di conservazione dei campioni biologici e dei profili del DNA, di cui si parlerà più ampiamente nel prosieguo.

Gli artt. 24 e 25 intervengono sulla tematica dei tempi di conservazione dei campioni biologici e dei profili del DNA, prevedendo la distruzione del DNA estratto dai campioni biologici con modalità tracciabili; la parte del campione biologico non utilizzata e il secondo campione di riserva, devono, invece, essere conservati per un periodo di otto anni, ed infine distrutti.

L'art. 25 prevede un tempo massimo di conservazione dei profili, stabilito in anni trenta, elevati a quaranta nel caso in cui il profilo del DNA si riferisca a persone condannate con sentenza irrevocabile per reati più gravi.

In caso di concordanza del profilo del DNA ottenuto da un reperto con quello di un campione nella Banca dati, è conservato il solo profilo del DNA acquisito dal campione biologico.

Gli artt. 26 e 27 individuano il responsabile della Banca dati e del Laboratorio centrale, indicando le responsabilità relative al trattamento dei dati ai due Ministeri competenti. In questo modo, si specificano le attribuzioni e competenze tecniche e professionali richieste, poste a garanzia della genuinità delle operazioni compiute.

L'art. 28 disciplina le attività di controllo del Comitato nazionale per la biosicurezza, le biotecnologie e le scienze per la vita.

Gli articoli da 29 a 32 si occupano specificamente delle modalità di cancellazione dei dati e distruzione dei reperti biologici raccolti, a garanzia dei soggetti interessati e a protezione della *privacy*.

In particolare, ai fini dell'applicabilità del regolamento, l'art. 35 delle disposizioni finali chiarisce che i profili del DNA ricavati da reperti biologici e da campioni biologici di soggetti che al momento del prelievo rientravano nelle previsioni dell'art. 9 della legge acquisiti nel corso di procedimenti penali anteriormente alla data di entrata in funzione della banca dati sono inseriti nella banca dati.



## PARTE II

### INQUADRAMENTO SCIENTIFICO ANALISI DEL DNA

### *Premessa*

E' indubbia la considerazione per cui il DNA rappresenti uno strumento prezioso ai fini dell'accertamento processuale. Tuttavia, la prova del DNA all'interno delle aule di giustizia può contribuire a questo sforzo soltanto se compresa in tutti i suoi aspetti, tanto giuridici, quanto tecnico-scientifici.

Pertanto, al fine di comprendere la reale o, soltanto, potenziale forza discriminativa dell'indagine genetica, risulta necessario immergersi nell'analisi scientifica del DNA per studiare le complessità che questa alimenta ed i limiti ad essa connessi; servendosi dei contributi offerti dalla genetica forense.

Quale particolare branca della genetica che si occupa di fornire un'identità ad un campione biologico presente in una traccia, questa particolare materia, tende a risolvere problematiche di interesse giuridico. L'operato volge a fini prevalentemente di identificazione personale, così come di rapporti di parentela, attraverso l'analisi del DNA. Più problematici e non privi di ripercussioni critiche, invece, gli approdi della genetica forense più recenti, orientati alla ricerca di varianti genetiche che possano influire sulla imputabilità, e dunque sulla capacità di intendere e di volere dell'imputato; o altri approdi tesi all'elaborazione di tecniche predittive di comportamenti umani.

La riflessione che seguirà, volge esclusivamente l'attenzione alla prima di queste attività, ovvero alla potenzialità di identificazione personale dell'indagine genetica.

In virtù di una tanto acclamata potenzialità discriminativa, la prova del DNA è fonte di interesse tanto per la comunità scientifica, quanto per quella giuridica.

L'acido desossiribonucleico, o DNA, è una molecola che codifica l'informazione genetica di tutti gli organismi viventi. La sua struttura chimica è stata esposta nel 1953; trenta anni dopo, l'analisi del DNA umano è entrato nel circuito della giustizia penale, e continua tuttora ad essere utilizzato, con sempre maggiore intensità e sofisticatezza tecnologica, al fine di risolvere casi più disparati.

Dalla metà degli anni '80 ad oggi si è assistito, difatti, ad un rapido evolversi di ricerche e metodiche incentrate sull'analisi genetico-forense, con rigorosa attenzione a tutte le fasi della complessa indagine: dal momento dell'estrazione, a quello dell'interpretazione finale del risultato; strumentazioni specifiche e utilizzazione di metodi in continuo aggiornamento, volti a garantire una sempre maggiore efficienza del risultato, caratterizzano, in particolare gli ultimi decenni, in cui si assiste a continui avanzamenti metodologici e tecnologici verso automatizzazioni che permettono da un lato di accelerare i tempi dell'analisi, dall'altro di ridurre il rischio di errori da parte dell'operatore.

L'inquadramento scientifico dell'istituto si rende necessario. Verrà affrontato in maniera semplice, senza pretese di esaustività, piuttosto toccando i punti più delicati e salienti riguardo la disciplina dell'analisi genetica.

L'approfondimento tecnico, pur condotto da non addetti ai lavori, si pone come obiettivo quello di rendere partecipe il giurista delle certezze e dubbi che animano l'analisi del DNA: soltanto attraversando la disciplina in punto di metodologia analitica che va dall'estrazione, alla quantificazione; da questa, all'amplificazione e alla successiva analisi dei frammenti di DNA; e da queste all'interpretazione del risultato, si potrà ben cogliere tutta la problematicità della disciplina.

Saranno evidenziati una serie di limiti scientifici che coinvolgono l'analisi del DNA, che ruotano intorno all'esiguità del materiale di partenza, al suo stato di parziale degradazione, all'azione inquinante di DNA estraneo al contesto probatorio, alla complessità dell'analisi delle tracce miste. Tutti fattori che tendono a generare autentici labirinti analitici in cui l'analista, anche se esperto, può perdersi e può perdere la propria capacità critica nei confronti di un risultato.

Per tale approfondimento, ci si servirà di continui riferimenti a riviste e contributi scientifici recenti, in quanto settore in continuo sviluppo; cercando di evitare eccessivi tecnicismi, che possono condurre all'impenetrabilità di alcuni profili e tematiche, pur essendo in alcuni casi, tuttavia necessari.

La scelta di non tralasciare l'inquadramento scientifico, anzi dedicargli una parte significativa, è espressione della necessità che in determinati settori, in particolare settori così articolati come l'indagine genetica, il rapporto tra scienza e processo penale, può risolversi solo sulla base di una comunicabilità tra saperi, e richiedere uno sforzo – per il giurista – di entrare attentamente e criticamente nella questione scientifica.

Sol così facendo si potrà vagliare in maniera più rigorosa e coerente il reale peso della prova del DNA all'interno del processo.

## CAPITOLO I

### ELEMENTI DI GENETICA

#### 1. *Cenni di biologia e genetica*

Tutti gli organismi sono costituiti da cellule, in numero, forma e dimensioni diverse, ed ogni cellula contiene lo stesso identico materiale genetico, ragion per cui qualunque tessuto cellulare può essere utilizzato per l'analisi del DNA<sup>1</sup>.

La cellula è l'unità costitutiva più piccola di ogni organismo multicellulare e può essere prodotta soltanto in seguito a divisione cellulare di un'altra cellula.

Il termine *cellula* è legato allo scienziato Robert Hooke che così definì la morfologia delle cavità lasciate vuote dalle cellule del sughero sottoposto alla sua osservazione<sup>2</sup>.

Generalmente la struttura di una cellula si compone di membrana, citoplasma e organelli a esso associati, e nucleo.

Il citoplasma è costituito da una soluzione acquosa, il *citosol*, al cui interno si trovano organelli ancorati ad una complessa rete di filamenti proteici, il citoscheletro, che ha la funzione di organizzare e mantenere la forma della cellula, ma anche quella di provvedere al movimento della cellula e degli organuli.

La *cellula eucariota* è dotata di un sistema interno molto complesso che la divide in regioni distinte: sono presenti in essa vari organuli, che svolgono differenti funzioni necessarie alla sua sopravvivenza; ed il nucleo, di primaria importanza per la vita della cellula in quanto preposto al funzionamento metabolico e alla riproduzione, determinando così le caratteristiche della cellula stessa.

Una parte cospicua del citoplasma è occupato da una struttura a doppia membrana denominata reticolo endoplasmatico, che consente lo spostamento di molecole. Si distinguono due tipi di reticolo: liscio e rugoso, a seconda della presenza di *ribosomi* o *libosomi*. I primi, dai quali dipende l'aspetto rugoso, sono organuli a forma sferica, formati da più proteine e preposti, appunto alla sintesi proteica. Tali

---

<sup>1</sup> Per approfondimenti di quanto richiamato in tema di biologia e genetica forense si v. A. TAGLIABRACCI et al., *Introduzione alla genetica forense*, Milano, 2009, 17.

<sup>2</sup> R. Hooke, *Micrographia*. Londra, 1665 «Vedo chiaramente che tutto è perforato e poroso, come un favo, ma con dei pori non regolari [...] questi pori, o cellule, [...] sono in effetti i primi pori microscopici che io abbia mai visto e che, probabilmente, siano mai esistiti, visto che non ho mai incontrato nessuno che mi abbia parlato di cose del genere».

proteine sono trasferite prima nello spazio compreso tra le due membrane e successivamente all'*apparato del Golgi*, che rappresenta una sorta di magazzino della cellula. I lisosomi invece hanno la funzione di eliminare dalla cellula sostanze estranee, in quanto contenenti enzimi digestivi.

Il citoplasma delle cellule eucariotiche contiene i mitocondri, le centrali energetiche della cellula, preposti alla respirazione cellulare; essi contengono materiale genetico, sotto forma di molecole circolari di DNA (il c.d. *DNA mitocondriale*) che, in virtù della sua collocazione, si differenzia dal *DNA nucleare*.

Il nucleo è separato dalle altre componenti cellulari dall'involucro nucleare, costituito da una doppia membrana permeabile in modo selettivo e dotata dei pori nucleari: questa morfologia consente lo scambio di materiale tra il nucleo e il citoplasma.

Nel nucleo è localizzato il materiale genetico della cellula, il DNA nucleare, complessato con proteine e organizzato in strutture lineari chiamate cromosomi.

Nel nucleo della cellula, ci sono due tipi di acidi nucleici: oltre al DNA (acido desossiribonucleico), c'è l'RNA (*acido ribonucleico*): gli acidi nucleici sono molecole che contengono l'informazione genetica; dunque le informazioni necessarie per la costituzione delle proteine e degli enzimi che formano l'organismo.

## 2. *L'RNA*

L'acido ribonucleico è una molecola polimerica implicata nella codifica, decodifica, regolazione ed espressione dei geni.

L'impegno del RNA, in ambito forense, è maggiormente rivolto all'identificazione dei fluidi biologici: differenti tipi di cellule del corpo, infatti, contengono varianti di RNA (c.d. RNA *messaggero*), che, talvolta, possono risultare uniche per quel tipo cellulare.

Richiedendo analisi più complesse, e risultando più facilmente sottoposto a meccanismi degradativi, l'analisi dell'RNA non è la strada preferenziale dei genetisti forensi, che, invece, prediligono quella del DNA nucleare.

## 3. *Il DNA nucleare*

Il DNA (acido desossiribonucleico o desossiribonucleico) è una macromolecola contenente tutte le informazioni genetiche necessarie per lo sviluppo e il funzionamento

di un organismo, per la quale Watson e Crick<sup>3</sup> ipotizzarono nel 1953 una struttura a doppia elica costituita da due catene polinucleotidiche che formano due lunghi filamenti appaiati e avvolti su se stessi, struttura che ancora oggi rappresenta il modello di riferimento<sup>4</sup>.

Il DNA è un polimero costituito da un insieme di monomeri (nucleotidi), ognuno di essi a loro volta costituiti da un gruppo fosfato, il deossiribosio (quale zucchero a cinque atomi di carbonio) ed una base azotata che si lega al deossiribosio con legame N-glicosidico.

Le basi azotate sono quattro: adenina, guanina, timina e citosina. Le prime due sono basi puriniche, composte da un anello a sei atomi di carbonio; le altre due sono basi pirimidiniche, formate da un anello a sei e da uno a cinque atomi di carbonio, fusi tra loro.

Comunemente si immagina la molecola del DNA come una «scala a chiocciola», poggiata su un piano tridimensionale, formata da due filamenti, dotata di una struttura invariabile e costante: la «scala» mantiene cioè sempre lo stesso diametro, lo stesso spessore.

Le due eliche del DNA sono legate tra di loro mediante legami chimici ad idrogeno tra le basi azotate: l'adenina si lega solo con la timina (A-T) e la citosina solo con la guanina (C-G), difatti, le coppie A-T e C-G sono tra loro complementari. Questo modello presuppone che le due catene polinucleotidiche abbiano direzione opposta, che siano, cioè, antiparallele<sup>5</sup>.

La complementarità aiuta il processo di replicazione del DNA, mediante la sua denaturazione, attraverso la reazione di *polimerasi a catena*<sup>6</sup>.

### 3.1. I cromosomi

---

<sup>3</sup> J. D. WATSON, F. H. C. CRICK, *Molecular structure of nucleic acids*, in *Nature*, 1953, 171, 737-738.

<sup>4</sup> *Ex multis International Human Genome Sequencing Consortium* (2004) *Finishing the euchromatic sequence of the human genome*, in *Nature* 431(7011):931-945; LANDER ES, LINTON LM, BIRREN B et al (2001) *Initial sequencing and analysis of the human genome*, in *Nature* 409(6822):860-921; LI WH, GU Z, WANG H, NEKRUTENKO A (2001) *Evolutionary analyses of the human genome*, in *Nature* 409(6822):847-849.

<sup>5</sup> DAVID H. KAYE- GEORGE SENS ABAUGH, *Reference Manual on Scientific Evidence, Reference Guide on DNA Identification Evidence*, Third Edition, 129, consultabile all'indirizzo [www.nap.edu/13163](http://www.nap.edu/13163) : «Se le basi sono come lettere, ogni cromosoma è come un libro scritto in questo alfabeto di quattro lettere, e il nucleo è come una libreria all'interno della cella. Tutte le cellule individuali contengono copie identiche della stessa collezione di libri. La sequenza di a, t, Gs, e Cs, che costituisce il “testo” di questi libri è definito il genoma di un individuo. [...] Il genoma è costituito da più di tre miliardi di “lettere” (Come, Ts, Gs, e Cs). Se queste lettere fossero stampate nei libri, la pila risultante dovrebbe essere alta come il Monumento a Washington».

<sup>6</sup> Sul punto v. *infra* P. II, Cap. IV, § 3.

Nel nucleo il DNA il materiale genetico, è organizzato in strutture particolari, i *cromosomi*: strutture a forma di bastoncino in cui il DNA è associato a proteine.

Ogni cromosoma contiene un centomero e due braccia che terminano con i telomeri, le zone più distali dei cromosomi. Il braccio corto è denominato *p*, il braccio lungo *q*<sup>7</sup>.

La tecnica del bandeggio consente di individuare fisicamente le posizioni dei geni e dei marcatori e permettere di conseguenza di evidenziare tipi particolari di poliformismi.

L'insieme delle caratteristiche dei cromosomi nella cellula è detta *cariotipo*, che rappresenta il patrimonio cromosomico da un punto di vista morfologico: forma, dimensione, numero e proprietà dei cromosomi di una data cellula o di un dato organismo.

All'interno di ogni cellula di un individuo, indipendentemente dalle funzioni alle quali essa è preposta, il DNA è identico.

Nelle cellule *diploidi*, ogni cromosoma è presente in duplice copia avente la stessa forma e le stesse dimensioni; ciascuna copia proviene da uno dei genitori. Le cellule *aploidi*, invece, possiedono soltanto una copia di ogni cromosoma.

Nella specie umana, pertanto, la maggior parte delle cellule è diploide e possiede un corredo cromosomico pari a 46 cromosomi, corrispondente a due serie complete di 23 cromosomi risultando uguali a due a due (cromosomi omologhi). Le uniche cellule aploidi del corpo sono i *gameti* (gli spermatozoi nel maschio e le cellule uovo nella femmina), cellule speciali deputate alla riproduzione sessuata. Le cellule destinate a diventare gameti subiscono, infatti, un processo chiamato *meiosi*, processo sempre legato alla riproduzione sessuata, in seguito al quale il numero dei cromosomi viene ridotto a metà.

Il numero di cromosomi tipico della specie si ripristina con la fecondazione, che dà origine a una nuova cellula diploide, chiamata *zigote*, dalla quale si svilupperà il nuovo individuo.

Tutte le cellule somatiche contengono, dunque, 22 paia di cromosomi, definiti *autosomi*, nonché due cromosomi sessuali, o *eterocromosomi*. Le 22 paia di autosomi sono identificati con un numero, dal più grande (cromosoma 1), fino al più piccolo (cromosoma 22); i cromosomi sessuali sono due copie identiche XX nelle femmine (46, XX), e un cromosoma X e un cromosoma Y nei maschi, che contiene l'informazione genetica per la differenziazione sessuale (46, XY).

---

<sup>7</sup> I cromosomi sono visibili nella loro struttura soltanto durante il processo di divisione cellulare, in particolare durante la metafase, quando ciascuno dei due cromatidi fratelli di ogni cromosoma si trova nello stato di maggiore condensazione e mediante un microscopio ottico.

I cromosomi che si ereditano dai genitori non sono copie esatte dei loro cromosomi, perché subiscono lo scambio di materiale genico: la *ricombinazione genetica* è, infatti, la principale fonte di diversità nei singoli genomi umani. Le diverse varianti si verificano sia all'interno dei geni sia nelle regioni di sequenza di DNA tra i geni.

Nel corso della meiosi anche i cromosomi X e Y effettuano scambi di materiale genico; ma l'unione genica riguarda solo piccole regioni del DNA, siti definiti *pseudoautosomici*<sup>8</sup>.

Il resto del cromosoma Y, invece, non andrà incontro al fenomeno meiotico, dunque non sarà sottoposto a ricombinazione genetica.

Allo stesso modo il DNA mitocondriale (mtDNA) – vedremo nel prosieguo – rappresentato da un cromosoma circolare contenuto all'interno dei mitocondri, non è sottoposto a ricombinazione durante la divisione.

### 3.1.1. *Il cromosoma Y*

Il *cromosoma Y* è una grande molecola che conta circa 65 milioni di paia di basi e rappresenta più del 2% del DNA aploide maschile. Esso viene infatti trasmesso dal padre al figlio maschio in forma aploide, dunque in unica copia, e sarà da questo trasmessa alla propria progenie maschile.

La sequenza completa del cromosoma Y è stata resa nota in tempi relativamente recenti, nel 2003<sup>9</sup>. Esso è composto da un braccio lungo (*Yq*) e uno corto (*Yp*); la parte distale del braccio lungo contiene DNA prevalentemente non codificante, in quantità variabile da individuo a individuo; mentre sulla parte prossimale di *Yq* e su tutto il braccio corto *Yp* sono dislocati i pochi geni individuati.

Nonostante siano morfologicamente distinti, i cromosomi X e Y sono in grado di appaiarsi durante la meiosi nelle cellule maschili e di andare così incontro alla *crossing-over*: l'appaiamento avviene all'interno di determinate piccole regioni tra i due cromosomi, note come regioni pseudoautosomiche.

Il resto del cromosoma Y, invece, non va quindi incontro al fenomeno meiotico del *crossing-over* e della ricombinazione genetica.

---

<sup>8</sup> Le regioni pseudoautosomici del cromosoma Y sono due e sono definite *PAR1* e *PAR2*. La prima è situata nella parte distale del braccio corto del cromosoma Y ed è caratterizzata da un'elevata frequenza di ricombinazione genetica. La regione *PAR2*, situata all'estremo distale del braccio lungo, ha invece, una frequenza di ricombinazione minore. Attualmente, all'interno di queste regioni non esistono marcatori STR utilizzati per scopi forensi.

<sup>9</sup> H. SKALETISKY, T. KURODA-KAWAGUCHI, P.J. MINX et al., (2003) *The male-specific region of the human Y chromosome is a mosaic of discrete sequence classes*, *Nature* 423(6942):825–837.



La regione pseudoautosomica (*PAR1*), situata nella parte distale del braccio corto, è la regione in cui si effettua scambio di materia genico, ed è caratterizzata da un'elevata frequenza di ricombinazione, dieci volte superiore a quella rilevata per i cromosomi autosomici. Nella regione pseudoautosomica minore (*PAR2*), situata all'estremo distale del braccio lungo, la ricombinazione tra i cromosomi non è così frequente e non è necessaria né sufficiente per l'ordinato svolgimento della meiosi del maschio.

La regione compresa tra questi due estremi è definita *NR*, ovvero *Non Recombining region of the Y chromosome*, perché regione non ricombinante e trasmessa identica dal padre alla progenie maschile, salvo eventuali eventi di mutazione.

Il cromosoma *Y* risulta prevalentemente formato da *eterocromatina costitutiva*, composta da differenti tipi di DNA non codificante mediamente o altamente ripetitivo, detto anche *DNA satellite*.

Tra le più frequenti sequenze polimorfiche sul cromosoma *Y*, si segnalano i *minisatelliti* e i *microsatelliti* (*STRs*); e i polimorfismi che interessano un singolo nucleotide (*SNPs*)<sup>10</sup>.

#### 4. Il DNA mitocondriale

I mitocondri si trovano nel citoplasma delle cellule eucariotiche e sono gli organelli addetti alla respirazione cellulare: producono, attraverso il processo della fosforilazione ossidativa, circa il 90% dell'energia richiesta dalle cellule. Essi contengono un patrimonio genetico, assolutamente diverso e non correlato al genoma nucleare.

Il DNA mitocondriale umano è una molecola circolare chiusa, super avvolta a doppia elica, contenente 16.569 bp, la cui sequenza nucleotidica è stata interamente determinata nel 1981<sup>11</sup>, nota anche come *sequenza di Cambridge*<sup>12</sup>.

Le dimensioni del DNA mitocondriale (*mtDNA*) sono notevolmente ridotte rispetto al DNA presente nel nucleo delle cellule; tuttavia l'*mtDNA* risulta localizzato in specifiche regioni del mitocondrio, le *regioni nucleoidi*, e ciascuna delle quali contiene numerose copie di genoma mitocondriale. Ne consegue che, se ciascuna

---

<sup>10</sup> Sul punto v. *infra* Parte I, Cap. II, §

<sup>11</sup> S. ANDERSON, A.T. BANKIER, B.G. BARRELL, M.H.L. DE.BRUIJN, A.R. COULSON, J. DROUIN, I.C. EPERON, D.P. NIERLICH, B.A. ROE, F.SANGER, P.H. SCHREIER, A.J.H. SMITH, R.STADEN, I.G. YOUNG, *Sequence and organization of the human mitochondrial genome*, *Nature*, 290 (1981), pp. 457-465.

<sup>12</sup> R.M. ANDREWS, I. KUBACKA, P.F. CHINNERY e al., (1999) *Reanalysis and revision of the Cambridge reference sequence for human mitochondrial DNA*, *Nat Genet* 23(2):147.

cellula contiene più mitocondri è stato calcolato che esistano circa 1.000-10.000 copie di mtDNA per ogni cellula.

La trasmissione di molecole di mtDNA avviene in linea materna, ovvero si trasmette identica dalla madre ai figli, sia maschi che femmine.

La molecola è costituita da due filamenti complementari, a decorso antiparallelo, che differiscono per la composizione in basi: il filamento pesante (*H-strand*) è ricco di guanine, mentre quello leggero (*L-strand*) è ricco di citosine.

L'analisi della struttura del genoma ha rivelato che tutti i geni sono privi di introni, e le sequenze codificanti dei geni vicini sono contigue e separate da nessuna o poche basi non codificanti.

La molecola è per il 93-95% codificante e contiene 37 geni: 22 per i *tRNA* necessari per la sintesi proteica mitocondriale, 2 per gli *rRNA* (12S e 16S) e 13 per proteine<sup>13</sup>.

L'unica regione della molecola priva di DNA codificante è quella denominata *regione di controllo*, localizzata tra i geni per il *tRNA* della prolina (*tRNA<sup>Pro</sup>*) e per il *tRNA* della fenilalanina (*tRNA<sup>Phe</sup>*).

Questa regione, lunga 1.112 bp, rappresenta il 5-7% del DNA genomico mitocondriale e contiene i promotori per la trascrizione di entrambi i filamenti, elementi di regolazione della trascrizione, siti di legame per fattori di trascrizione mitocondriali, la sequenza associata alla terminazione (*TAS*), tre blocchi di sequenze conservate (*CSB-1*, *CSB-2* e *CSB-3*) associate con l'inizio della sintesi del DNA e l'origine di replicazione del filamento pesante (*OH*).

A causa della presenza dell'*OH* la regione di controllo è chiamata anche *regione contenente il D-loop*, in quanto la replicazione del DNA mitocondriale avviene secondo il modello dello spostamento dell'ansa (*displacement loop o D-loop*).

L'interesse dei genetisti forensi per il DNA mitocondriale si spiega per la sua variabilità e abbondanza nelle cellule, permettendo di fatto l'analisi su substrati inaccessibili per mezzo di altre metodiche.

---

<sup>13</sup> I geni che codificano per gli *rRNA* 16S e 12S sono adiacenti e sono localizzati sul filamento H; i geni per i *tRNA* sono localizzati in diverse posizioni su entrambi i filamenti (14 *tRNA* su quello pesante e 8 su quello leggero), in parte raggruppati e in parte isolati; i geni che codificano per le proteine si trovano in prevalenza sul filamento H. Cfr. A. TAGLIABRACCI et al., *Introduzione alla genetica forense*, cit., 17 s.

## CAPITOLO II

### LA VARIABILITÀ DEL DNA

#### 1. *Il DNA codificante e non codificante*

Ogni cromosoma contiene un numero elevato di geni: un *gene*<sup>1</sup> è, infatti, un tratto di DNA con funzione codificante o non codificante per un determinato carattere: ogni parte codificante è detta esone; quella non codificante è detta introne.

La costituzione genetica di un organismo viene definita genotipo, ed attiene alla variabilità osservabile a livello dei singoli geni o della sequenza di DNA<sup>2</sup>.

Una stessa coppia di cromosomi contiene gli stessi geni nella stessa posizione sul DNA. Ognuno di questi segmenti viene indicato con il termine *locus*, che rappresenta la posizione sul cromosoma di un particolare gene; in altre parole, rappresenta una porzione genomica.

Il numero di geni contenuto nel DNA si ritiene che sia intorno a 20.000/30.000 geni, la cui dimensione è espressa in basi: ogni gene è composto da circa 27.000 basi<sup>3</sup>, di cui solo 1000/1500 sono codificanti per la proteina (esoni). La rimanente parte (introni) non ha funzione codificante.

Circa il 98.5% del genoma umano è composto da sequenze non codificanti, ovvero sequenze di DNA non soggette a trascrizione in RNA o rimosse dall'RNA messaggero prima della traduzione; in passato spesso riferite con il termine inglese *junk science* (o DNA spazzatura), nonostante racchiudano informazioni utili in altri settori della genetica.

Dunque, solo l'1,5% circa del genoma è direttamente coinvolto nella codifica, proprio perchè i geni contengono istruzioni per costruire le proteine.

Il 75% circa del genoma viene definito *extragenico*; la maggior parte di questo (più del 50%) è composto da DNA ripetitivo, di cui una parte (circa il 45%) è costituita

---

<sup>1</sup> MARK B. GERSTEIN et al., *What Is a Gene, Post-ENCODE? History and Updated Definition*, 17 Genome Res. 669 (2007).

<sup>2</sup> Essa si differenzia dalla variabilità fenotipica che si riferisce, invece, a tutte quelle variazioni che possono essere osservate con l'ausilio dei sensi o per mezzo di strumentazioni scientifiche.

<sup>3</sup> Le unità di misura delle dimensioni del DNA vengono abbreviate in *bp* (paia di basi), *kb* (Kilobasi), *Mb* (Megabasi) e *Gb* (Gigabasi). Per esempio un frammento costituito da 1000000 paia di basi, essendo il DNA costituito da due eliche in cui i nucleotidi si affacciano a coppie, può essere indicata come 1000000bp, 1000kb, o 1Mb.

da sequenze ripetute sparse nel genoma (DNA intersperso)<sup>4</sup>; altra parte (circa il 5%) è costituita da sequenze di DNA ripetute *in tandem*<sup>5</sup>.

Il DNA *in tandem* è noto anche come DNA satellite, poiché, in seguito a centrifugazione del DNA, si concentra in sottili bande satellite distinte dalla banda principale del DNA. Proprio i minisatelli e microsatelliti costituiscono le regioni del genoma maggiormente utilizzate nell'identificazione personale.

La maggior parte delle nostre molecole di DNA non varia tra un individuo e un altro, pertanto solo una piccola frazione del genoma è variabile e discriminativa, ed offre la possibilità di utilizzare l'informazione contenuta nel genoma per identificare un individuo: il patrimonio genetico di ciascuno è unico (fanno eccezione i gemelli monozygotici, che hanno un patrimonio genetico identico).

## 2. Lo studio della variabilità individuale prima del DNA

Per lungo tempo, la variabilità individuale del genoma non veniva studiata direttamente a livello di DNA, bensì indirettamente a livello di prodotto del gene, sulla base di metodi basati su cambiamenti della struttura molecolare delle proteine<sup>6</sup>.

Le indagini medico-legali su tracce biologiche si sono basate a lungo sullo studio del sistema AB0, finalizzato alla ricerca biologica della paternità<sup>7</sup>.

Alla base di un poliformismo, nei casi più semplici, si nota una sostituzione di una singola base: la sostituzione che interessi un aminoacido collocato in una posizione «critica» della proteina, può determinare un *cambiamento della superficie* della molecola proteica tale da essere riconosciuto da uno specifico anticorpo.

---

<sup>4</sup> Il DNA intersperso è frutto dell'attività dei trasposoni, elementi mobili che si trovano nel genoma di tutti gli organismi. Sono in grado, con meccanismi diversi, di saltare da un punto all'altro del genoma. Esistono due tipi di trasposoni: i trasposoni a DNA che, tramite l'enzima trasposasi, si staccano dal filamento principale sotto forma di un breve filamento anulare di DNA e si inseriscono in un altro punto del filamento principale (trasposizione conservativa); i retrotrasposoni che utilizzano un processo di trascrizione inversa (retrotrascrizione), tramite il quale un filamento di RNA sintetizza numerose segmenti identici di DNA che si inseriscono in punti diversi del filamento principale di DNA (trasposizione replicativa). Sono retrotrasposoni le sequenze ripetitive intersperse note come SINE (Short INterspersed Elements = elementi interspersi corti), lunghe 100-300 bp e LINE (Long INterspersed Elements = elementi interspersi lunghi), lunghe 6-8 Kbp. Nell'uomo predominano tra le SINE, la famiglia Alu, e tra le LINE, la famiglia L1. Sul punto si v. U. RICCI – C. PREVIDERE' - P. FATTORINI – F. CORRADI, *La prova del DNA per la ricerca della verità. Aspetti giuridici, biologici e probabilistici*, Milano, 2006, 75 s.

<sup>5</sup> LANDER ES, et al., *Initial sequencing and analysis of the human genome*, cit., 860-921

<sup>6</sup> Sul punto si v. R. DOMINICI, *Prova del DNA*, in *Leggi d'Italia legale*, 1995, 2

<sup>7</sup> L. LATTES., *L'individualità del sangue nella biologia, nella clinica e nella medicina legale*, Principato ed. Messina, 1923.

I metodi convenzionali per rilevare i poliformismi vengono inizialmente distinti in sierologici ed elettroforetici.

Mediante i metodi sierologici, laddove la sostituzione coinvolge almeno un aminoacido dotato di carica elettrica, potendo *variare la carica netta* della proteina, si rilevano le diverse forme molecolari, che possono essere separate mediante appropriate procedure.

Il metodo elettroforetico di laboratorio risulta molto efficace per discriminare anche piccolissime differenze di carica molecolare, sulla base della diversa velocità di migrazione in un campo elettrico.

Tuttavia, l'impiego dei polimorfismi convenzionali nelle indagini su traccia soffre di seri limiti. Intanto, solo alcuni possono essere tipizzati con successo su macchie ematiche, tenuto conto di altri fattori limitanti quali la quantità di sangue e il suo stato di conservazione, che dipende, a sua volta, dall'età della traccia e dalle condizioni ambientali cui è stata esposta.

E, altro fondamentale fattore limitante è rappresentato dal fatto che la maggior parte dei sistemi operanti su metodi convenzionali per rilevare i poliformismi, possono forse risultare utili su tracce ematiche, ma non anche su altri tipi di reperti biologici di interesse forense.

In altre parole, i limiti di applicabilità di questi sistemi di analisi consistono: nella tendenza alla degradazione, nella suscettibilità verso gli enzimi batterici, nella limitata informatività con ridotta variabilità e scarsa utilità nei casi di misture di sostanze biologiche. Inoltre, i metodi basati su questi sistemi non consentono di analizzare microtracce, ma richiedono grandi quantitativi di materiale biologico e procedure di laboratorio complesse oltre che laboriose.

### 3. I poliformismi del DNA

Nel 1985 il biochimico inglese Alec Jeffreys<sup>8</sup> propone l'impiego dell'analisi del DNA per le indagini forensi: il c.d. *DNA-fingerprint*<sup>9</sup>, oggi denominato *DNA-profiling*, al fine di ottenere risultati più decisivi tanto per indagini di parentela, quanto per l'analisi delle tracce biologiche.

---

<sup>8</sup> A. J. JEFFREYS, V. WILSON, S. L. THEIN S.L., *Individual-specific "fingerprints" of human DNA.*, *Nature*, 316:76-9., 1985.

<sup>9</sup> La prima tecnica di tipografia del DNA è stata, difatti, descritta con il termine *fingerprinting* del DNA. Anche se ancora in uso, questa espressione ora è fuorviante: non esiste una base logica per unire l'attuale utilizzo del DNA e i confronti morfologici utilizzati nelle impronte digitali: Cfr. M.J. SAKS, J.J. KOEHLER, *Il cambiamento di paradigma in arrivo nella scienza dell'identificazione forense*, (Trad. it.), in *Science*, 2005 ; 309 : 892-895.

Jeffreys scopre che alcune regioni del DNA contengono sequenze altamente ripetute e che queste non si ripetono allo stesso modo per ogni individuo, ma che il numero di tali ripetizioni varia da un individuo all'altro.

Si è giunti, così, alla creazione del primo test in grado di evidenziare la differenza di queste ripetizioni, per l'attribuzione di un profilo genetico specifico ad un individuo.

Tali ripetizioni – si noterà nel prosieguo –, note con il termine di *VNTR*, rappresentano, infatti, il numero variabile di ripetizioni *in tandem*, analizzate mediante poliformismi di lunghezza dei frammenti di restrizione (*RFLPs*), individuati, quest'ultimi, con l'impiego di particolari enzimi che tagliano nelle regioni circostanti le VNTR<sup>10</sup>.

Fatta questa dovuta premessa, si pone l'attenzione sul concetto di poliformismo.

Durante la meiosi, ovvero della divisione delle cellule germinali, si realizza l'assortimento indipendente dei cromosomi e la, già accennata ricombinazione: da ciò ha origine la diversità genetica, tale che le cellule così formatesi conterranno un patrimonio genetico aploide diverso tra loro.

La nozione di *polimorfismo* si basa sul concetto di *frequenza allelica*: ogni gene potendo esistere in forme alternative relativamente ad uno specifico *locus* cromosomico, può avere delle varianti e dare luogo a caratteristiche diverse: queste forme alternative vengono comunemente definite *alleli*<sup>11</sup>.

Quando l'organismo eredita due alleli identici dai genitori viene definito *omozigote*; mentre se possiede due alleli diversi l'uno dall'altro, viene definito *eterozigote*.

Ciascuna regione del DNA può essere polimorfica, e dunque avere una variabilità genetica, comprese le regioni non codificanti, così come polimorfiche sono regioni sugli autosomi e sui cromosomi X e Y.

Sebbene le differenze tra gli alleli nascono da alterazioni dell'ordine tra le basi azotate, la genotipizzazione non per forza necessita di conoscere e sequenziare la completa sequenza del DNA di una traccia: ai fini identificativi rileva l'individuazione e lo studio solo di alcuni tratti particolari del DNA, ben caratterizzati, con potenzialità discriminativa perché soggetti a variabilità tra individui della stessa specie.

---

<sup>10</sup> V. *infra*. § 3.2.

<sup>11</sup> M. HAMILTON, *Population Genetics*, John Wiley & Sons, Chichester (2011).

Questi siti particolari sono comunemente conosciuti come *loci poliformici*, ovvero, siti in cui una forma allelica differisce da un'altra per la sequenza di basi del DNA.

Poliformismi, anche detti *marcatori*, altro non sono che variazioni genetiche rilevabili almeno una volta su 100 individui di una popolazione<sup>12</sup>: un tratto del DNA è considerato polimorfico, quando esistono almeno due forme alternative, delle quali la più rara è presente con una frequenza uguale o superiore all'1%. Se la frequenza è, invece, minore dell'1% si parla semplicemente di *variante*. Poiché le frequenze alleliche spesso variano tra le popolazioni, una variante per una popolazione, potrebbe essere un poliformismo per un'altra.

Determinando quali alleli sono presenti su *loci* strategicamente scelti, il genetista forense traccia il genotipo di un individuo su quei loci. Ne deriva che la fondamentale importanza dei marcatori è data dal loro contenuto di informazione e discriminazione: una specifica regione polimorfica del DNA analizzata in differenti individui e confrontata, sulla base di uno studio di popolazione, metterà in evidenza una variabilità di quel tratto di DNA.

Questa variabilità interessa non soltanto gli autosomi: poliformismi sono presenti anche sui cromosomi X e Y e sul DNA mitocondriale, risultando utili anch'essi a fini identificativi.

In genetica forense, è fondamentale avere a disposizione dei marcatori del DNA che abbiano un'elevata variabilità o un numero di marcatori meno polimorfici, ma che combinati tra loro possano comunque essere in grado di discriminare individui diversi.

Bisogna poi tener conto che i campioni forensi il più delle volte contengono DNA degradato, ossia ridotto in piccoli frammenti ad opera di agenti chimici e/o fisici che provocano rotture a livello dei legami della doppia elica (legami molto deboli); ragion per cui i marcatori, oltre ad avere un elevato grado di variabilità all'interno della popolazione, dovranno anche avere una lunghezza nucleotidica ridotta.

I poliformismi genetici si possono dividere in due grandi categorie: *poliformismi di sequenza* e *poliformismi di lunghezza*.

---

<sup>12</sup> «Se si tipizzano 100 individui di una certa popolazione per un dato gene, si può trovare che tutti recano lo stesso allele ad entrambi i loci (quello sul cromosoma di origine paterna e quello sul cromosoma di origine materna). Sarà magari necessario tipizzarne 500, prima di rinvenire un soggetto che palesi ad uno dei suoi due loci un altro allele. Si dirà che quel gene - che ha un allele comune, presente in 999 cromosomi su 1000 (frequenza 99,9%), ed uno raro, presente in 1 cromosoma su 1000 (frequenza 0,1%) - è *monomorfico*. Potrà invece accadere, per un altro gene, che in un campione di 100 individui si riscontri più di un allele comune: per esempio, un allele più frequente, presente in 140 cromosomi su 200 (70%) e un altro allele meno frequente, presente in 60 cromosomi su 200 (30%)» così R. DOMINICI, *Prova del DNA*, cit., 2.

### 3.1. Poliformismi di sequenza

I poliformismi di sequenza sono costituiti da variazioni della sequenza del DNA in un certo tratto cromosomico. Questi sono dovuti al cambiamento (*mutazione*), alla mancanza (*delezione*) o all'inserimento (*inserzione*) di una o più basi in un determinato tratto del DNA.

Esempio A:	allele a allele b	ATTTCGCCTAA ATTTC <b>T</b> CCTAA	Mutazione
Esempio B:	allele a allele c	ATTTCGCCTAA ATTTC <b>C</b> CCTAA	Delezione
Esempio C:	allele a allele d	ATTTCGCCTAA ATTTCG <b>A</b> CCTAA	Inserzione

#### 3.1.1. Single Nucleotide Polymorphism (SNP)

Nel genoma umano sono presenti molti *loci* dovuti a poliformismi in un'unica base, del tipo indicato nell'esempio A. Quando il poliformismo è dovuto alla sostituzione di una base in determinati punti del DNA, viene definito *Single Nucleotide Polymorphism (SNP)*: lo stato allelico è, quindi, determinato dalla presenza/assenza di una base specifica in una posizione definita<sup>13</sup>.

La presenza di tali variazioni in singole basi del DNA si può notare anche su brevi tratti del genoma, ed è proporzionale alla lunghezza cromosomica.

I poliformismi nucleotidici semplici per la loro caratteristica biallelica (solo due alleli per *locus*)<sup>14</sup>, tale da offrire solo due forme alternative possibili, hanno un basso livello di variabilità. La quantità di informazioni ottenute da poliformismi SNP dipende, infatti, dal numero di queste variazioni: studi rilevano che occorre analizzare

---

<sup>13</sup> Quando una pirimidina viene sostituita con una purina o una purina con una pirimidina, la differenza viene chiamata *transizione*; quando una purina viene sostituita da una pirimidina, o viceversa, si ha una *transversione*.

<sup>14</sup> Come ogni polimorfismo gli SNPs sono formati da alleli diversi: poichè nell'uomo le forme trialleliche e tetraalleliche sono rarissime mentre la quasi totalità è costituita da due alleli, in bibliografia vengono spesso menzionati come "polimorfismi biallelici", v. A. TAGLIABRACCI et al., *Introduzione alla genetica forense*, cit., 17.



dai 40-60 SNPs per ottenere una potenza di discriminazione simile di 13-15 STRs poiché – si noterà – i primi non sono così polimorfici come gli STRs<sup>15</sup>.

Ne consegue che il basso livello di variabilità, il numero limitato di SNPs, oltre che la necessità di una strumentazione delicata, e una mancanza di metodi di analisi statistica appropriati, rappresentano degli inconvenienti che devono ancora essere risolti per espandere l'utilità ed utilizzabilità della piattaforma.

A ciò, si aggiungono problemi riscontrabili con una tecnica di analisi SNP in presenza di tracce miste: se, come spesso accade, ci sono più contributori in una traccia, sarà difficile raggiungere una potenzialità discriminativa tra questi perché i sistemi SNP presentano solo due forme alternative.

Tuttavia, è bene precisare che la circostanza per cui molti campioni forensi esistono in piccole quantità o in condizioni degradate in una scena del crimine o in una mega-catastrofe, rende i sistemi analitici basati sugli SNP, un metodo appropriato perché maggiormente efficiente: essendo il poliformismo evidente su brevi tratti del genoma, per mezzo della PCR (reazione a catena della polimerasi che si approfondirà di seguito), si può analizzare anche il minimo frammento di DNA in cui è presente la variazione del singolo nucleotide, e, dunque, arrivare ad un risultato dotato di maggiore sensibilità discriminativa in presenza di tracce altamente degradate.

In altre parole, i campioni di DNA sono altamente vulnerabili per vari fattori ambientali, quali l'alta temperatura, l'umidità, radiazioni ultraviolette e degradazione microbica<sup>16</sup>; in questi casi l'amplificazione della reazione a catena della polimerasi, può produrre risultati inconcludenti con campioni altamente degradati. Molti fattori, tra cui – vedremo – nucleasi, ossidanti e sottoprodotti di PCR, possono danneggiare il DNA e causare cambiamenti strutturali e di conformazione che influenzano il successo genotipico<sup>17</sup>.

La varietà dei processi di degradazione comporta l'esigenza di aumentare il repertorio di marcatori del DNA per le indagini forensi.

Spesso, risulta poco efficace affidarsi all'analisi di ripetizione *tandem* mediante STR (tecnica ampiamente usata in genetica forense a fini identificativi, di cui si parlerà a breve), perché gli STRs autosomici hanno ampliconi relativamente lunghi che comportando difficoltà nell'analisi di DNA degradato. Ragion per cui, sono stati

---

<sup>15</sup> L. AMORIM, A. AND PEREIRA, *Pros and cons in the use of SNPs in forensic kinship investigation: a comparative analysis with STRs*, *Forensic Sci. Int.* 2005; 150: 17–21; P. GILL., *An assessment of the utility of single nucleotide polymorphisms (SNPs) for forensic purposes*, *Int. J. Legal Med.* 2001; 114: 204–210; R. CHAKRABORTY, D.N. Su. B. STIVERS, Y. ZHONG, B. BUDOWLE, *The utility of short tandem repeat loci beyond human identification: implications for development of new DNA typing systems*, *Electrophoresis*. 1999; 20: 1682–1696.

<sup>16</sup> R. ALAEDDINI, S.J. WALSH, A. ABBAS, *Forensic implications of genetic analyses from degraded DNA—a review*, *Forensic Sci. Int. Genet.* 2010; 4: 148–157.

<sup>17</sup> T. LINDAHL, *Instability and decay of the primary structure of DNA*, *Nature*, 1993; 362: 709–715.

sviluppati diversi approcci di genotipizzazione mediante ampliconi più adatti (mini-STR)<sup>18</sup> e, appunto, metodi di tipizzazione di un poliformismo per singolo nucleotide<sup>19</sup>.

Negli ultimi anni, è stata prestata particolare attenzione a tale ultima metodologia, per un ruolo tanto di potenziale assistenza alla tradizionale pratica – di cui si tratterà nel prosieguo – degli STR in genetica forense<sup>20</sup>; quanto ad un potenziamento per l'identificazione personale mediante la sola tecnica SNP, per una serie di vantaggi intrinseci in parte già evidenziati, tanto che anche se un *marker* STR gode di una variabilità più elevata rispetto ad un singolo marcatore SNP, le applicazioni forensi, basate su polimorfismi nucleotidi, emergono con rapidità e presto potrebbero sostituire i metodi di analisi basati sugli STR.

Accanto al tasso di successo più elevato in presenza di campioni altamente degradati, si evidenzia in primo luogo che gli SNP abbondanti, disponibili nel genoma umano, forniscono un potere di discriminazione migliore, eliminando così la possibilità di *matches* casuali; in secondo luogo, l'analisi SNP travalica la stretta applicazione forense a fini identificativi: il loro studio include inferenze di origine biogeografica e caratteristiche antropologiche fisiche<sup>21</sup>; in terzo luogo, i tassi di mutamento più bassi dei marker SNP aiutano ad eliminare ogni incertezza nell'analisi della paternità; ed, infine, gli SNP sono suscettibili di automazione e di strumenti portatili che non sono solo destinati ad aumentare l'efficienza e ridurre i costi della digitazione, ma sono, soprattutto, utili per consentire agli agenti di polizia di acquisire tempestivamente materiale sulla scena del crimine nel prossimo futuro<sup>22</sup>.

---

<sup>18</sup> JM BUTLER, MD COBLE, *Characterization of new MiniSTR loci to aid analysis of degraded DNA*, *J. Forensic Sci.* 2005 ; 50 : 1-11.

<sup>19</sup> B. SOBRINO, M. BRIÓN, A. CARRACEDO, *SNPs in forensic genetics: a review on SNP typing methodologies*, *Forensic Sci. Int.* 2005; 154: 181–194.

<sup>20</sup> J.M. BUTLER, COBLE, M., P.M. VALLONE, *STRs vs. SNPs: thoughts on the future of forensic DNA testing*, *Forensic Sci. Med. Pathol.* 2007; 3: 200–205; D.G. WANG et al., *Large-scale identification, mapping, and genotyping of single-nucleotide polymorphisms in the human genome*, *Science*, 1998; 280: 1077–1082.

<sup>21</sup> KAYSER, M., KNIJFF, P. *Improving human forensics through advances in genetics, genomics and molecular biology*. *Nat. Rev. Genet.* 2011; 12: 179–192; DEMBINSKI, G.M., PICARD, C.J., *Evaluation of the IrisPlex DNA-based eye color prediction assay in a United States population*. In *Forensic Sci. Int.-Genet.* 2014; 9: 111–117; WALSH, S. e al. *Developmental validation of the HIrisPlex system: DNA-based eye and hair colour prediction for forensic and anthropological usage* in *Forensic Sci. Int.-Genet.* 2014; 9: 150–161; GETTINGS, K.B. e al., *D.S. A 50-SNP assay for biogeographic ancestry and phenotype prediction in the US population*, in *Forensic Sci. Int.-Genet.* 2014; 8: 101–108

<sup>22</sup> L'utilità dell'analisi SNP, viene evidenziata in questi termini da LIMING LI. e altri, *Genome-wide screening for highly discriminative SNPs for personal identification and their assessment in world populations*, *Forensic Science International: Genetics*, 2017, Volume 28 , 118 – 127, l'articolo presenta un pannello di 175 marcatori SNP (indicati come Fudan ID Panel o FID), selezionati da ~3,6 milioni di SNP, per l'applicazione dell'identificazione personale. Il contributo mostra che gli SNP nel pannello hanno eterozigosità molto elevata, nonché differenze basse all'interno delle popolazioni del mondo. Lo studio auspica che con l'avvento della ricerca biomedica, gli SNP che collegano caratteristiche fisiche antropologiche, fisiologiche, comportamentali e fenotipiche saranno aggiunti ai protocolli forensi che rivoluzioneranno l'investigazione penale.

### 3.2. I poliformismi di lunghezza

I poliformismi di lunghezza del DNA sono particolari sequenze delle basi A, C, G, T che vengono ripetute più volte, determinando nelle varie forme alleliche, lunghezze variabili del tratto medesimo.

Si tratta di classi eterogenee di loci sottoposti a questi cambiamenti conosciuti come *variable number of tandem repeat (VNTR)*.

I poliformismi di lunghezza sono classificabili in base al numero di basi che costituiscono ogni unità ripetitiva o, per il loro livello di variabilità, in *poliformismi minisatellite* e *microsatellite*.

#### 3.2.1. I poliformismi minisatellite

Una categoria di variazioni del DNA, deriva dall'inserimento di una variabile particolare. Tali poliformismi sono stati i primi ad ottenere diffusione per i test di identità personale, utilizzati sino agli inizi degli anni '90<sup>23</sup>.

Il termine minisatellite deriva dal fatto che queste regioni sono strutturalmente simili, ma di minore lunghezza, rispetto ad altre regioni ripetitive del genoma, note come *DNA satellite*. In questo tipo di poliformismo, la sequenza ripetuta è compresa tra le 16 e le 70 paia di basi.

Questi marcatori sono risultati inadeguati per lo studio di tracce biologiche caratterizzate da un basso contenuto di template, o tracce non recenti, o in stato di degradazione, in quanto necessitano di una quantità minima di DNA in buona qualità, di circa 500 nanogrammi. Si estendono per migliaia di coppie di basi, quindi, per l'analisi, richiedono campioni di dimensioni notevoli e tempi, di conseguenza, più lunghi.

Differiscono, infatti, dai microsatelliti STRS (marcatori comunemente usati nella pratica forense) per la loro lunghezza, ma anche per la loro variabilità, per i tassi di mutazione e per i relativi processi di mutazione, nonché per la localizzazione cromosomica. Rappresentano, infatti, i loci più dinamici del nostro genoma, mostrando una ipervariabilità e un numero elevatissimo di alleli.

---

<sup>23</sup> A.J. JEFFREYS, V. WILSON, S.L. THEIN, *Individuals specific fingerprints of human DNA*, cit.; Y. NAKAMURA, C. JULIER, R. WOLFF, et al., *Characterization of a human 'minisatellite' sequence*, *Nucleic Acids Res* 15, 2537-2547, 1987.

### 3.2.2. I poliformismi microsatelliti

L'introduzione dei microsatelliti, quali i *macatori STR* (*Short Tandem Repeat*), altamente polimorfici per l'identificazione personale, ha indubbiamente avuto un impatto decisivo per la pratica forense degli ultimi 20 anni<sup>24</sup>, perchè la natura multi allelica di tali marcatori, consente una migliore interpretazione della miscela del DNA<sup>25</sup>.

Questi tipi di marcatori sono stati scelti in genetica forense come marcatori da utilizzare per la tipizzazione del profilo: tutte banche dati del DNA utilizzano gli STR; in particolare per il nostro ordinamento, infatti, il recente Regolamento di attuazione della Banca Dati del DNA del 7 aprile 2016 n. 87, all'art. 22, comma 3, precisa che i tipi di marcatori da utilizzare per l'analisi forense debbano essere gli STR, Y-STS (marcatori esclusivi del cromosoma Y), X-STR (marcatori esclusivi del cromosoma X), mtSTR (marcatori del DNA mitocondriale).

Ciò è facilmente spiegabile, perché sono caratterizzati da una ridotta lunghezza della sequenza di DNA che costituisce l'unità ripetuta *in tandem*; di conseguenza possono essere analizzati anche in frammenti relativamente piccoli; sono molto abbondanti lungo tutto il genoma; sono caratterizzati per una sufficiente variabilità tra una persona e l'altra e consentono di individuare la diversità allelica molto facilmente.

Inoltre, tenuto conto che l'amplificazione tramite PCR conduce a risultati migliori con lunghezze ridotte di DNA oggetto di analisi, e tenuto altresì conto delle ridotte dimensioni molecolari delle varianti alleliche, l'analisi con questo tipo di marcatori consente da un lato, di ottenere tipizzazioni genetiche anche da tracce biologiche altamente degradate, perché il *range* di peso molecolare degli alleli è compatibile con la tipizzazioni di questi particolari substrati; dall'altro, che tale l'analisi, per via della ridotta distanza tra l'allele di minori dimensioni in termini di peso molecolare e quello di maggiore dimensione, rende meno probabile una amplificazione preferenziale di un allele rispetto ad un altro.

In altre parole, gli STRs possono essere facilmente amplificati tramite la reazione a catena della polimerasi (PCR), evitando problemi dovuti ad una

---

<sup>24</sup> J.L. WEBER, P.E. MAY, *Abundant class of human DNA polymorphisms which can be typed using polymerase chain reaction*, *Am J Hum Genet* 44, 388-396, 1989.

<sup>25</sup> J.M. BUTLER, M.D. COBLE, P.M. VALLONE, *STRs vs. SNPs: thoughts on the future of forensic DNA testing*, cit., pp. 200-205; P. GILL, L. FEREDAY, N. MORLING, P.M. SCHNEIDER, *The evolution of DNA databases-Recommendations for new European STR loci*, *Forensic Sci. Int.*, 156 (2006), pp. 242-244.

amplificazione differenziale degli alleli in caso di eterozigosi, difatti, per le piccole dimensioni dell'unità ripetitiva, entrambi gli alleli di un individuo eterozigote presentano lunghezze simili.

Tali tipi di marcatori sono costituiti da sequenze di DNA lunghe 2-6 bp e ripetute in tandem numerose volte: l'unità ripetuta in tandem è, appunto, detta unità ripetitiva.

A seconda della lunghezza dell'unità ripetuta, possono essere classificati in *dinucleotidi*, *trinucleotidi*, *tetranucleotidi*, *pentanucleotidi*, *esanucleotidi*, rispettivamente se il numero delle basi che costituisce l'unità ripetitiva sia 2, 3, 4, 5 o 6.

Mentre, a seconda della modalità in cui tali ripetizioni si susseguono lungo la molecola, i marcatori STR si distinguono per:

- *ripetizioni semplici*: costituite da unità ripetitive della stessa lunghezza e con bassa variabilità della sequenza;
- *ripetizioni semplici con alleli non consenso*: costituite da unità ripetitive della stessa lunghezza, ma con sequenza differente;
- *ripetizioni composte*: costituite da due o più ripetizioni semplici adiacenti;
- *ripetizioni complesse*: che possono contenere molti blocchi di ripetizioni costituiti da diverse unità ripetitive, interposte da sequenze variabili.

Tra i vari tipi di STRs esistenti, quelli costituiti da ripetizioni tetranucleotidiche sono più utilizzati in ambito forense, rispetto a quelli con ripetizioni dinucleotidiche o trinucleotidiche.

#### 4. *Mutazione allelica*

Uno dei parametri presi in considerazione nella scelta degli STRs utilizzati per scopi identificativi è il potere di discriminazione (PD), che dipende dal numero delle forme alleliche e dalla loro distribuzione nella popolazione<sup>26</sup>. L'altro criterio per la scelta dei marcatori STRs è la loro stabilità valutata mediante il tasso di mutazione.

Quando i microsatelliti subiscono cambiamenti di singole basi o della lunghezza dell'intera regione del genoma ripetuta, ciò viene indicato con il termine *mutazione*.

La mutazione può essere definita come qualsiasi cambiamento permanente, ereditabile (qualitativo o quantitativo), con conseguente differenza tra copie ancestrali e discendenti di sequenze di DNA<sup>27</sup>.

La maggior parte delle mutazioni, difatti, avviene per via di una inserzione o delezione di una singola unità ripetitiva.

---

<sup>26</sup> Il PD rappresenta la probabilità percentuale a priori che due individui scelti a caso nella popolazione presentino genotipi diversi; sul punto v. *infra* P. II, Cap. VI.

<sup>27</sup> M. HAMILTON, *Population Genetics*, cit.

In termini generali, è il risultato di un evento in cui uno stato genomico originale viene trasformato durante la gametogenesi in un altro potenzialmente trasmissibile alla prole.

In campo forense, tuttavia, l'evento mutazionale può destare dei problemi pratici, quando si ha a che fare con tipi di mutazione che, semplicemente modificano il numero di ripetizioni della STR sotto analisi, sono rilevabili come incompatibilità di trasmissione ereditaria tra padre e figlio. Più precisamente, significa che in un determinato luogo Y-STR il presunto padre è genotipizzato come  $n$  (numero di ripetizioni), mentre il figlio è genotipizzato come  $m (\neq n)$ . Ciò può trovare una spiegazione riconducibile o ad una falsa attribuzione di paternità o, per l'appunto, alla avvenuta mutazione.

In questo contesto, la mutazione è l'evento (o il suo risultato) in cui uno specifico stato allelico, in un *loco* STR, definito dalla lunghezza dell'amplicone (o il corrispondente numero di ripetizioni), viene modificato in una distinta indicazione allelica<sup>28</sup>.

Gli eventi di mutazione a livello dei marcatori del DNA potranno notarsi confrontando i genotipi dei figli con quelli dei genitori: se risulta un allele differente tra genitori e figlio, ciò può essere rappresentativo di una possibile mutazione.

Assumendo vera l'ipotesi di paternità, l'analisi richiede il calcolo della probabilità che quella produzione gametica specifica violi la regola di trasmissione ereditaria.

Questa probabilità è chiamata *tasso di mutazione* e può essere definita più precisamente come la frequenza della gametogenesi in cui in quel *locus* l'allele  $n$  viene trasmesso come  $m$ , ovvero la percentuale di mutazione corrispondente è la probabilità della transizione allelica osservata.

La stima di questo parametro richiede un campione di coppie padre / figlio convalidate (attraverso la conferma della paternità biologica) e, in conformità alla definizione sopra riportata, dipende dal numero di casi in cui l'allele originale  $n$  viene trasmesso come  $m$  ( $n \rightarrow m$ ).

Se il tasso di mutazione medio è al di sotto dello 0,1%, significa che occorre analizzare 1.000 coppie di genitori-figli prima che una mutazione possa essere osservata in alcuni STR<sup>29</sup>.

Si è notata una correlazione tra la lunghezza della regione del genoma ripetuta, e il tasso di mutazione: quest'ultimo aumenta, all'aumentare della prima; pertanto, aumenta quando l'allele diventa più lungo.

---

<sup>28</sup> N. PINTO, L. GUSMÃO A. AMORIM, *Mutation and mutation rates at Y chromosome specific Short Tandem Repeat Polymorphisms (STRs): A reappraisal*, *Forensic Sci. Int.*, Volume 9, 2014, 20-24

<sup>29</sup> Il tasso di mutazione dei microsatelliti, stimato tramite analisi diretta su pedigree o tramite ricerca di mutanti in piccole popolazioni di molecole di DNA da sperma, si aggira attorno a  $10^{-3}$ - $10^{-4}$ , per *locus* per generazione; cfr. A. TAGLIABRACCI et al., *Introduzione alla genetica forense*, cit., 23.

Questo spiega come mai le lunghezze alleliche dei microsatelliti abbiano una distribuzione stabile e perchè regioni ripetute molto grandi, siano molto rare<sup>30</sup>.

### 5. Nomenclatura dei poliformismi microsatelliti

Uno dei vantaggi fondamentali di ogni sistema di nomenclatura è quello di garantire che la comunità scientifica parli una lingua comune, quale strumento che consenta un facile confronto tra i laboratori, le discipline e i tempi.

Al fine di consentire, pertanto, una riproducibilità e confrontabilità dei risultati della tipizzazione, che permetta una più comoda fruibilità delle informazioni tra i laboratori, si è reso necessario adottare una nomenclatura allelica univoca.

La comunità forense ha, infatti, sviluppato un comune sistema di denominazione allelica: l'*International Society of Forensic Genetics (ISFG)* ha redatto nel 1994 e nel 1997 delle linee guida per la designazione degli alleli<sup>31</sup>.

In particolare, se un poliformismo è parte di un gene, ossia mappato nella regione codificante di un gene, questo viene usato per la designazione e prenderà, dunque il suo nome.

Se, invece, il marcatore è localizzato al di fuori di un gene, esso viene designato in base alla posizione cromosomica: per esempio, per il marcatore D16S539, la lettera *D* equivale a DNA; 16 rappresenta il cromosoma 16; la lettera *S* rappresenta il sito in singola copia del genoma; 539 equivale a dire il cinquecentotrentanovesimo *locus* sul cromosoma 16.

Dunque, la comunità forense raccomanda, per quanto riguarda la nomenclatura in relazione alla scelta del filamento, che:

- in caso di STRs che mappano all'interno di geni (ma anche nel caso in cui siano localizzati in un introne), dovrebbero essere usati i filamenti codificanti;
- nel caso di sequenze ripetute senza alcun collegamento a geni codificanti proteine, la sequenza originariamente descritta nella letteratura del primo *database* pubblico dovrebbe diventare il riferimento ufficiale per la nomenclatura;

---

<sup>30</sup> E' stato inoltre osservato che loci con ripetizioni dinucleotidiche mutano molto più rapidamente rispetto a quelli tri- e tetranucleotidici e che regioni ripetitive ininterrotte mutano più velocemente di quelle interrotte Cfr. A. TAGLIABRACCI et al., *Introduzione alla genetica forense*, cit., 24 s.; B. BRINKMANN, M. KLINTSCHAR, F. NEUHUBER, J. HÜHNE, B. ROLF, *Mutation rate in human microsatellites: influence of the structure and length of the tandem repeat*, *Am. J. Hum. Genet.*, 62 (1998), pp. 1408-1415.

<sup>31</sup> W. BAR, B. BRINKMANN, B. BUDOWLE et al., *DNA recommendations. Further report of the DNA Commission of the ISFH regarding the use of short tandem repeat systems. International Society for Forensic Haemogenetics. Int J Legal Med*, 1997, 110(4):175-176.

- se la nomenclatura allelica è già stata stabilita in ambito forense, ma non è in accordo con le predette linee-guida, la nomenclatura dovrebbe essere mantenuta per evitare inutili confusioni<sup>32</sup>.

## 6. I sistemi del CODIS

La stessa esigenza di fruibilità e scambio delle informazioni che ha giustificato la necessità di utilizzare una nomenclatura univoca, impone, altresì, che le tecniche e i protocolli di analisi risultino il più possibile omogenei.

Attualmente, solo un ristretto numero di STR viene utilizzato nella pratica forense e si deve ai lontani studi del Dr. Thomas Caskey presso il *Baylor College of Medicine*<sup>33</sup> e dal *Forensic Science Service*<sup>34</sup> in Inghilterra.

Negli anni '96-'97, l'*FBI Laboratory* appoggiò un progetto volto alla determinazione di un gruppo di STRs da utilizzare all'interno di un *database* nazionale, il c.d. *Combined DNA Index System* (CODIS), all'esito del quale vennero scelti 13 loci di seguito elencati: CSF1P0, FGA, TH01, TPOX, VWA, D3S1358, D5S818, D7S820, D8S1179, D13S317, D16S539, D18S51 e D21S11<sup>35</sup>.

Questi marcatori sono ubicati in regioni cromosomiche non associate a geni coinvolti in malattie note. Inoltre, sono sparsi sui diversi cromosomi permettendo l'assortimento indipendente degli alleli e facilitando il calcolo della valutazione statistica del profilo ottenuto.

In questo modo, per calcolare la probabilità di osservare un qualsiasi insieme di genotipi sui loci considerati, è possibile moltiplicare congiuntamente la frequenza di ciascun marcatore nel genoma finale, secondo la cosiddetta regola del prodotto (*product rule*), illustrata nel prosieguo.

La tipizzazione genetica dei 13 marcatori CODIS consente di distinguere ed identificare, su basi statistiche, ogni singolo individuo nella popolazione Nord Americana, difatti, nell'impossibilità oggettiva di tipizzare tutti gli individui, gli studi di popolazione rappresentano l'unico strumento utilmente disponibile.

---

<sup>32</sup> A. TAGLIABRACCI et al., *Introduzione alla genetica forense*, cit., 24 s.

<sup>33</sup> C.A. CROUSE, J. SCHUMM, *Investigation of Species Specificity Using Nine PCR- Based Human STR System*, *J Forensic Sci* 40, 925-956, 1995.

<sup>34</sup> C. KIMPTON, D. FISCHER, S. WATSON, et al., *Evaluation of an automated DNA profiling system employing multiplex amplification of four tetrameric STR loci*, *Int. J. Leg. Med.* 106, 302-311, 1994.

<sup>35</sup> B. BUDOWLE, TR. MORETTI, SJ. NIEZGODA, BL. BROWN, (1998) *CODIS and PCR-based short tandem repeat loci: law enforcement tools*, in *Promega Corporation (ed) Genetic Identity Conference Proceedings of the Second European Symposium on Human Identification*, pp. 73-88, (Madison, WI).



Più recentemente, l'*European Network of Forensic Science Institute* (ENFSI) e l'*European DNA Profiling Group* (EDNAP) hanno selezionato un *set* di 17 loci STR, che, per la maggior parte, sono sovrapposti ai CODIS e definiscono l'*European Standard Set* (ESS).

### 7. I marcatori genetici aploidi

Oltre ai marcatori STR localizzati sui cromosomi autosomici, vi sono marcatori genetici aploidi che comprendono poliformismi localizzati sul cromosoma Y (ereditato per via paterna) e poliformismi presenti nel genoma mitocondriale (ereditato per via materna).

A fronte della ridotta potenzialità discriminativa rispetto ai marcatori autosomici, l'analisi dei marcatori aploidi ha avuto un peso limitato, tuttavia, i marcatori situati sul cromosoma X e sul cromosoma Y possono completare ed integrare le informazioni di individualizzazione fornite dai marcatori presenti sugli autosomi, oggi comunemente utilizzati nei laboratori, risultando in alcuni casi, addirittura, maggiormente discriminativi dei primi: il carattere distintivo di ereditarietà dei cromosomi sessuali offre vantaggi all'indagine di fratelli familiari richiesti da identificazione di vittime di massa, o casi di persone scomparse, nonché campioni misti recuperati tipicamente in reati a sfondo sessuale.

Sotto altro versante, l'assenza di ricombinazione e l'elevato numero di copie, fa sì che la tipizzazione del DNA mitocondriale risulti al pari molto utile in ambito forense.

Le situazioni che più comunemente il genetista forense si trova ad affrontare sono il più delle volte test di identità e test di parentela, in cui vengono in rilievo questioni di correlazione tra gli individui; in questi scenari, sia i marcatori X-STRs che Y-STRs hanno un ruolo importante, diverso per ciascun tipo di marcatore e variabile, a seconda se sia autonomamente informativo o si ponga in aggiunta agli STRs autosomici già in uso<sup>36</sup>.

Difatti, gli schemi di ereditarietà dei cromosomi X e Y, differenziandosi sia tra gli autosomi, sia gli uni dagli altri, fanno sì che i marcatori situati in entrambi i cromosomi sessuali abbiano il potenziale di offrire informazioni diverse ma complementari, e tutte necessarie per l'utilizzazione forense.

I marcatori autosomici, in linea di massima, forniscono più informazioni genetiche e sono, pertanto, più discriminativi rispetto a quelli presenti sul cromosoma

---

<sup>36</sup> DIEGOLI, TONI M., *Forensic typing of short tandem repeat markers on the X and Y chromosomes*, *Forensic Science International: Genetics*, 2015, Volume 18, 140 – 151.

X e sul cromosoma Y, perché questi identificano una discendenza piuttosto che un individuo.

Tuttavia, i marcatori aploidi possono svolgere un ruolo fondamentale quando vengono considerate tracce miste, si pensi al caso in cui i contribuenti siano di sesso opposto; uno dei principali vantaggi, per esempio, della tipizzazione Y-STR avviene proprio in situazioni in cui interessa discernere la porzione maschile di una miscela, in presenza di DNA femminile, come nel caso di reati a sfondo sessuale<sup>37</sup>.

Entrambi i sistemi di marcatura, sia X-STR che Y-STR, sono tutt'oggi oggetto di una vasta ricerca scientifica e di pubblicazioni, e gli avanzamenti recenti offrono l'opportunità di applicare questo tipo di marcatori in maniera sempre più ampia all'interno degli scenari forensi.

### 7.1. I poliformismi del cromosoma X

L'esperienza maturata nella genetica forense ha condotto negli anni ad utilizzare sempre più frequentemente marcatori cromosomici X, in una vasta gamma di applicazioni forensi.

Ciò si spiega perché, fatte salve alcune eccezioni, i marcatori sul cromosoma X nelle analisi delle macchie non sono né più né meno utili dei marcatori autosomici, risultando, addirittura, per alcune relazioni biologiche più informativi di questi<sup>38</sup>, e particolarmente efficaci per risolvere casi complessi di analisi di parentela.

Per via della loro particolare modalità di trasmissione genetica e della loro posizione fisica su un singolo cromosoma, sono state elaborate delle linee guida che racchiudono una serie di considerazioni specifiche riguardo l'utilizzo di marcatori di questo tipo in un contesto forense<sup>39</sup>.

---

<sup>37</sup> N. CERRI, U. RICCI, I. SANI, A. VERZELETTI, F. DE FERRARI, *Mixed stains from sexual assault cases: autosomal or Y-chromosome short tandem repeats?*, *Croat. Med. J.* 2003; 44: 289–292; A. HALL, J. BALLANTYNE, *Novel Y-STR typing strategies reveal the genetic profile of the semen donor in extended interval post-coital cervicovaginal samples*, *Forensic Sci. Int.* 2003; 136: 58–72. Di recente i progressi nella generazione di profili Y-STR da singole cellule spermatiche catturate dalla microdissezione laser, hanno consentito l'analisi delle miscele di assalto sessuale multi-donatore. Sul punto v. L. FENG, C. XU, X. ZENG, H. ZHANG, F. YANG, W. LI et al. *Y-chromosomal haplotyping of single sperm cells isolated from semen mixtures – a successful identification of three perpetrators in a multi-suspect sexual assault case*, *Croat. Med. J.* 2014; 55: 537–541; J.P. HAN, F. YANG, C. XU, Y.L. WEI, X.C. ZHAO, L. HU et al., *A new strategy for sperm isolation and STR typing from multi-donor sperm mixtures*, *Forensic Sci. Int. Genet.* 2014; 13: 239–246.

<sup>38</sup> R. SZIBOR, *X-chromosomal markers: past, present and future*, *Forensic Sci. Int. Genet.* 2007; 1: 93–99; R. SZIBOR, M. KRAWCZAK, S. HERING, J., EDELMANN, E. KUHLSCH, D. KRAUSE, *Use of X-linked markers for forensic purposes*, *Int. J. Legal Med.* 2003; 117: 67–74.

<sup>39</sup> Sul punto la Commissione del DNA della Società Internazionale per la Genetica Forense (ISFG) ha presentato delle linee guida e delle raccomandazioni per l'utilizzo di marcatori cromosomici X nell'analisi di parentela, allo scopo di chiarire i principali concetti teorici associati alla trasmissione specifica del suddetto cromosoma, si v. TILLMAR, O. ANDREAS e al., *DNA Commission of the*

Ai nostri fini, occorre evidenziare come i marcatori sul cromosoma X, se le tracce femminili dovranno essere assegnate a individui femminili, sono in grado di produrre gli stessi risultati di quelli autosomici. Laddove, invece, occorrerà stabilire la corrispondenza di tracce maschili ai sospettati di sesso maschile, il valore di discriminazione dei marcatori sul cromosoma X è, generalmente, inferiore rispetto a quello dei marcatori autosomici.

In una macchia mista femminile/maschile, la probabilità di avere tutti gli alleli maschi inclusi nella componente femminile è più elevata per i marcatori del cromosoma X, rispetto ai marcatori autosomici. Pertanto, non è consigliabile utilizzare marcatori X-STR, per la prova di tracce maschili in uno sfondo femminile.

Per identificare le tracce femminili nella contaminazione maschile, tuttavia, risulteranno più efficienti rispetto ai marcatori autosomici.

Si può, pertanto, sintetizzare che il cromosoma X offre importanti spazi di utilizzazione in ambito forense per i seguenti motivi<sup>40</sup>:

- la tipizzazione su un soggetto maschile consente di ricavare direttamente l'aplotipo individuale;
- il maschio trasmette per intero il proprio cromosoma X alle figlie, per cui quest'ultime debbono presentare necessariamente l'aplotipo paterno, in combinazione con quello materno;
- tutte le sorelle mostrano l'aplotipo del cromosoma X paterno;
- tutti gli alleli del cromosoma X che non siano di origine paterna, sono per esclusione di origine materna;
- gli aplotipi di un gruppo familiare rimangono stabili per molte generazioni e consentono di dimostrare legami familiari.

Il tasso di mutazione medio per questi marcatori non presenta significative differenze rispetto ai marcatori autosomici.

## 7.2. I poliformismi del cromosoma Y

L'analisi della variabilità del cromosoma Y risulta di particolare rilevanza per lo studio della genetica evolutiva di popolazione<sup>41</sup>, ma trova ampio utilizzo anche

---

*International Society for Forensic Genetics (ISFG): Guidelines on the use of X-STRs in kinship analysis, Forensic Science International: Genetics*, Volume 29, 269 – 275.

<sup>40</sup> L'elencazione è offerta da U. RICCI – C. PREVIDERE' – P. FATTORINI – F. CORRADI, *La prova del DNA per la ricerca della verità. Aspetti giuridici, biologici e probabilistici*, CIT., 171.

<sup>41</sup> P.A. UNDERHILL, P. SHEIN, A.A.LIN, e al., *Y chromosome sequence variation and the history of human populations*, *Nat Genet* 26, 358-361, 2000; M.A. JOBLING, C. TYLER-SMITH, *The human Y chromosome: an evolutionary marker comes of age*, *Nat. Rev. Genet.* 2003; 4: 598–612.

nel campo della genetica forense, tanto da rappresentare uno strumento prezioso per l'identificazione umana<sup>42</sup>.

I marcatori genetici di elezione in questo ambito sono gli Y-STR, maggiormente informativi e potenzialmente meglio discriminativi<sup>43</sup>.

L'analisi mediante Y-STR risulta essere, difatti, particolarmente efficiente nel caso di tracce miste: principale utilità tanto in casi di delitti a sfondo sessuale, dove a caratterizzare la scena del crimine è una scarsa quantità di DNA maschile ed elevata quantità di DNA femminile; quanto per rilevare la presenza di due profili maschili: in questo ultimo caso l'interpretazione della traccia mista dipende dalla prevalenza di uno dei due profili sull'altro.

Fino a oggi, sono stati scoperti sul cromosoma Y centinaia di marcatori, per cui è stato necessario standardizzare il loro utilizzo in tutti i laboratori di genetica forense: è stato, pertanto, stabilito un nucleo di 9 marcatori per i confronti Y STR: DYS19, DYS389I, DYS389II, DYS390, DYS391, DYS392, DYS393, e DYS385a/b<sup>44</sup>. Questo set di marcatori è conosciuto come *minimal haplotype (minHt)*, marcatori che sono richiesti per l'inclusione e la ricerca nel database delle popolazioni<sup>45</sup>.

Indubbiamente la tipizzazione del cromosoma Y è rivolta in via preferenziale all'accertamento di parentela, utile in particolare nei casi in cui il padre presunto non è disponibile per l'analisi. In questi casi, ogni familiare di sesso maschile, imparentato per via paterna con il padre presunto, può essere utilizzato come riferimento. Ciò vale anche nei casi di identificazione mediante il cromosoma Y, utilizzato nel riconoscimento di resti umani tramite il confronto con familiari della stessa discendenza paterna.

Risulta utile anche nel caso in cui la qualità della traccia risulta compromessa per vari fattori, chimici o ambientali, ossia nel caso di DNA degradato. In questa

---

<sup>42</sup> M.A. JOBLING, A. PANDYA, C.TYLER-SMITH, *The Y chromosome in forensic analysis and paternity testing*, *Int. J. Legal Med.* 1997; 110: 118–124.

<sup>43</sup> I laboratori di genetica stanno scoprendo il valore aggiunto di nuovi loci Y-STR oltre a ciò che è commercialmente disponibile nel tentativo di risolvere individui strettamente connessi come i padri e figli e per tracciare le linee paterne, sul punto v. A. E. DECKER, A.E. e al., *The impact of additional Y-STR loci on resolving common haplotypes and closely related individuals*, *Forensic Science International: Genetics*, Volume 1, Issue 2, 215 – 217.

<sup>44</sup> M. KAYSER, A. CAGLIÀ, D. CORACH, N. FRETWELL, C. GEHRIG, G. GRAZIOSI, et al., *Evaluation of Y-chromosomal STRs: a multicenter study*, (141-149) *Int. J. Legal Med.* 1997; 110 (3): 125–133; V.L. PASCALI, M. DOBOSZ, B. BRINKMANN, *Coordinating Y-chromosomal STR research for the Courts*, *Int. J. Legal Med.* 1999; 112: 1; si precisa che un gruppo di lavoro scientifico degli Stati Uniti sui metodi di analisi del DNA (SWGDM) ha adottato per l'uso un set che include gli indicatori minimi degli aplotipi più DYS438 e DYS439; si v. *Scientific Working Group on DNA Analysis Methods Y-STR Subcommittee, Report on the Current Activities of the Scientific Working Group on DNA Analysis Methods Y-STR Subcommittee*, *Forensic Sci. Commun.* 6 (2004), consultabile al sito: [www.fbi.gov/aboutus/lab/forensicsciencecommunications/fsc/july2004/index.htm/standards/2004\\_03\\_standards03.htm](http://www.fbi.gov/aboutus/lab/forensicsciencecommunications/fsc/july2004/index.htm/standards/2004_03_standards03.htm)

<sup>45</sup> *Y-STR Haplotype Reference Database – YHRD*, [www.yhrd.org](http://www.yhrd.org)

ipotesi, essendo quasi impossibile la tipizzazione di un numero di STRs tale da essere sufficientemente informativo, soccorre l'analisi mediante SNPs: ossia mediante l'uso di altri marcatori polimorfici che, per le loro caratteristiche, limitano l'analisi alle poche decine di nucleotidi che circondano il poliformismo caratterizzato dal singolo cambiamento di base<sup>46</sup>.

L'utilizzo dei microsatelliti del cromosoma Y in casi di paternità e nelle identificazioni forensi prevede il calcolo delle frequenze degli aplotipi, ragion per cui gli STR scelti dalla comunità forense sono tipizzati in differenti popolazioni e le distribuzioni alleliche ottenute sono state raccolte in vari database.

Come si accennava, le mutazioni sul cromosoma Y si accumulano lungo la discendenza paterna attraverso le generazioni: il relativo tasso di eventi mutazionali dei microsatelliti del cromosoma Y è simile a quello dei microsatelliti autosomici, ed è stimato attorno a  $2,8 \times 10^{-3}$ . Occorre, pertanto, che venga considerata questa eventualità, altrimenti il confronto diretto tra soggetti maschi appartenenti alla stessa linea paterna può risultare una falsa esclusione<sup>47</sup>.

Si è detto che la tipizzazione degli aplotipi del cromosoma Y, è particolarmente importante per la ricostruzione di linee parentali: si pensi ai casi deficitari nei quali il padre presunto non è disponibile per l'analisi, in tal caso, infatti, ogni familiare di sesso maschile, imparentato per via paterna con il padre presunto, il cromosoma Y verrà assunto come riferimento.

Risulterà utile l'analisi mediante Y-STR anche per l'analisi delle tracce miste, costituite da materiale biologico proveniente più contributori: specularmente all'analisi degli X-STR, gli YSTR possono essere utili per rilevare la presenza di due profili maschili, la cui interpretazione della traccia mista dipenderà dalla prevalenza di uno dei due profili sull'altro.

Al pari del DNA mitocondriale, risulta utile nei casi di DNA nucleare altamente degradato. Quando, a seguito dell'estrazione di materiale genetico dal nucleo delle cellule, la qualità può essere compromessa per via della frammentazione chimica ad opera delle nucleasi o a causa di disgregazione fisica per fattori ambientali, per via delle dimensioni estremamente ridotte delle molecole di DNA, risulta particolarmente utile l'utilizzo del cromosoma Y, in ragione della presenza di molti polimorfismi di sequenza (SNPs), i quali – si è detto – rappresentano uno strumento prezioso in ambito forense.

---

<sup>46</sup> A. TAGLIABRACCI et al., *Introduzione alla genetica forense*, cit., 35 e 68 e s.

<sup>47</sup> Per un approfondimento teorico circa lo studio delle transizioni alleliche nella gametogenesi, teso ad individuare i parametri richiesti e le probabilità associate, nonché la stima di questi parametri e la loro applicazione in campo forense si v. N. PINTO, L. GUSMÃO A. AMORIM, *Mutation and mutation rates at Y chromosome specific Short Tandem Repeat Polymorphisms (STRs): A reappraisal*, cit., 20-24.

Mediante gli SNPs l'analisi può essere limitata alle poche decine di nucleotidi che circondano il polimorfismo.

Il basso tasso di mutazione, l'ereditabilità esclusivamente paterna e l'assenza di ricombinazione rendono i poliformismi a singolo nucleotide, del cromosoma Y, utili anche nel settore delle indagini di parentela. Consentono, infatti, l'analisi della relazione di paternità lungo la linea ereditaria maschile del presunto padre, anche in assenza di questo; e consentono, altresì, di identificare resti di persone scomparse attraverso la comparazione del relativo profilo Y con quello di anche un solo individuo imparentato per la linea ereditaria paterna<sup>48</sup>.

L'analisi di profili Y (isolata o in combinazione con un limitato numero di marcatori autosomici) permette di trarre, pertanto, indicazioni utili in un ampio spettro di questioni identificative.

A differenza dei microsatelliti, l'utilizzo degli SNPs del cromosoma Y non è ancora stato standardizzato dalla comunità forense: non è stato individuato il *set* di polimorfismi da indagare, nè è stata standardizzata una metodologia o allestito alcun *database* di frequenze ufficialmente approvato.

La Società Internazionale di Genetica Forense (ISFG) ha recentemente istituito una commissione di esperti con l'intento di risolvere queste problematiche.

### 8. I poliformismi del Dna mitocondriale

Il DNA mitocondriale è altamente abbondante nelle cellule rispetto al DNA nucleare (nDNA), con un incremento dei tassi di successo di tipizzazione per l'analisi di campioni fortemente degradati.

Considerazioni sulle pratiche di laboratorio, per la nomenclatura e l'interpretazione dei profili mtDNA, sono state stabilite già più di dieci anni fa dal gruppo europeo di profilazione del DNA (EDNAP)<sup>49</sup>.

Ricostruire modelli evolutivi di variazione è semplice nelle sequenze mtDNA rispetto ai marcatori a causa della ricombinazione. Pertanto, la filogenesi di mtDNA è molto utile per differenziare tra i modelli di variazione che sono naturali da quelli che possono essere artificialmente generati in laboratorio (a causa della ricombinazione

---

<sup>48</sup> Cfr. A. TAGLIABRACCI et al., *Introduzione alla genetica forense*, cit., 35.

<sup>49</sup> G. TULLY, W. BÄR, B. BRINKMANN, Á. CARRACEDO, P. GILL, N. MORLING, W. PARSON, P. SCHNEIDER, *Considerations by the European DNA profiling (EDNAP) group on the working practices, nomenclature and interpretation of mitochondrial DNA profiles*, *Forensic Sci. Int.*, 124 (1) (2001), pp. 83-91.

artificiale attraverso un mix involontario del campione, contaminazione, mutazioni fantasma)<sup>50</sup>.

Con l'analisi del mtDNA di alta qualità ha fatto seguito la creazione di *EMPOP*<sup>51</sup>, una raccolta liberamente accessibile di aplotipi mtDNA per la valutazione forense e una risorsa importante di strumenti filogeneticamente basati per aiutare la qualità sforzi di controllo.

Nelle prime fasi, *EMPOP* è stato progettato per servire da *database* di popolazione di riferimento per l'uso del DNA mitocondriale in tutto il mondo, con l'obiettivo primario di fornire i dati di altissima qualità. L'architettura del motore di ricerca *EMPOP*, insieme ad i vari strumenti di analisi forniti, si è evoluto nel corso degli anni. Tuttavia, l'accento del *database* continua ad essere sull'importanza della qualità dei dati mtDNA. Di conseguenza, *EMPOP* non serve solo come database di popolazione di riferimento, ma anche come strumento di controllo della qualità per gli scienziati in genetica forense e in altre discipline. Sebbene esistano numerosi *database* di riferimento di alta qualità per i confronti forensi, rappresenta, infatti, la risorsa più completa dal punto di vista delle popolazioni studiate, per i suoi strumenti di controllo della qualità dei dati e la sua risorsa contenente dati globali.

In virtù dell'ereditarietà materna, la trasmissione di un tipo di DNA mitocondriale (aplotipo) è costante nelle generazioni, e i cambiamenti di sequenza che si verificano sono attribuibili all'accumulo di mutazioni lungo le linee germinali femminili, che evolvono indipendentemente l'una dall'altra nella popolazione.

L'mtDNA ha un tasso di mutazione più elevato rispetto al DNA nucleare: alcune regioni del genoma mitocondriale sembrano evolvere con un tasso 6-7 volte maggiore rispetto ai geni nucleari a singola copia.

Il più elevato grado di variazione nel DNA mitocondriale tra gli individui si riscontra a livello della regione di controllo (*detta D-loop*); in particolare, l'attenzione forense, risulta in particolare rivolta a due regioni all'interno della regione di controllo: *hypervariable region 1 (HVR1)* e *hypervariable region 2 (HVR2)*, in quanto caratterizzate da un elevato polimorfismo, rappresentato da numerose mutazioni: sostituzioni nucleotidiche, così come inserzioni o delezioni, lungo tutta la regione e che portano alla formazione di sequenze diverse all'interno della popolazione.

Polimorfismi possono trovarsi anche in una terza regione ipervariabile, denominata *HVR3*.

Nell'analisi forense dell'mtDNA vengono determinate le sequenze delle regioni *HVR1* e *HVR2* in ogni campione, poi confrontate con la sequenza di riferimento di

---

<sup>50</sup> H.-J. BANDELT, A. SALAS, C.M. BRAVI, *Problems in FBI mtDNA database*, *Science*, 305 (5689), 2004, 1402- 1404.

<sup>51</sup> Si consulti il sito [www.empop.org](http://www.empop.org); W. PARSON, A. DÜR, *EMPOP—a forensic mtDNA database*, *Forensic Sci. Int. Genet.*, 1 (2), 2007, 88-92.

*Cambridge (rCRS)*, definendo così l'esatta sequenza con cui le basi si alternano nella molecola. Le differenze vengono, difatti, annotate riportando la posizione nucleotidica e il tipo di base mutata.

Ne consegue che i profili genetici sono diversi da quelli delle varie regioni del DNA nucleare, perché qui vengono indicate le posizioni rispetto alla *sequenza di Anderson* e la base sostituita<sup>52</sup>.

E' stata stimata una variabilità di circa 1-2% della regione di controllo (su 610 esaminati, 7-14 nucleotidi sono diversi) tra individui non imparentati. Ad esempio, considerando l'aplotipo risultante dall'unione delle due regioni *HVR1* e *HVR2*, gli individui caucasici europei differiscono in media in otto posizioni nucleotidiche. Considerando la replicazione clonale del genoma mitocondriale, generalmente tutte le molecole di mtDNA in un individuo sono identiche (omoplasma); tuttavia, a causa dell'alta frequenza di mutazione e dell'elevato numero di copie di mtDNA per cellula, il verificarsi di una mutazione in alcune di esse non è raro e conduce alla coesistenza di più popolazioni diverse (in genere due) di mtDNA in uno stesso mitocondrio, cellula, tessuto, organo o individuo; condizione, questa, nota con il nome di *eteroplasma*.

Le mutazioni sono trasmesse attraverso le generazioni, in proporzioni variabili, secondo un meccanismo chiamato *bottleneck genetico*, e vengono accumulate e segregate durante la vita di un individuo.

Dato il gran numero di molecole di mtDNA presenti all'interno della cellula, i livelli di eteroplasma possono variare, in modo quasi continuo, dall'1% al 99%.

L'origine e le modalità di trasmissione dell'eteroplasma attraverso le generazioni sono tuttora oggetto di studio.

Questo perché l'eteroplasma del DNA mitocondriale può verificarsi, in ogni individuo, a livello di:

- tessuto istologico: ogni cellula del tessuto contiene un singolo tipo di mtDNA (aplotipo), ma cellule diverse dello stesso tessuto contengono differenti tipi di mtDNA;
- cellula: essa contiene diversi tipi di mtDNA, ma ogni singolo mitocondrio contiene un solo tipo di mtDNA (in questi casi il mitocondrio è definito omoplasmico);
- mitocondrio: il mitocondrio stesso contiene diversi tipi di mtDNA.

Si conoscono due diversi tipi di eteroplasma: di sequenza e di lunghezza.

L'*eteroplasma di sequenza* consiste nella presenza di due diverse basi nucleotidiche in una stessa posizione della molecola di DNA, mentre si osserva *eteroplasma di lunghezza* quando le due molecole di DNA differiscono nel numero di basi.

---

<sup>52</sup> Si v. A. TAGLIABRACCI et al., *Introduzione alla genetica forense*, cit., 35 s.



La presenza di eteroplasmia può complicare l'interpretazione dei risultati nella pratica forense, ma, in altri casi, può avvalorare l'utilità del DNA mitocondriale<sup>53</sup>.

---

<sup>53</sup> V. *infra* P. II, Cap. IV, § 8.

## CAPITOLO III

### METODOLOGIA ANALITICA FASI CHE PRECEDONO L'ANALISI DEL DNA

#### 1. *Fasi che precedono l'analisi del DNA*

Il dispiegamento dei mezzi per la ricerca della prova e, in particolare, l'effettuazione del sopralluogo giudiziario, dell'autopsia e delle indagini su persone immediatamente sospette, rappresentano fasi di particolare importanza delle attività di indagine dei Pubblici Ministeri, ed un cruciale aspetto dell'attività dei suoi ausiliari (ufficiale di polizia giudiziaria e medico legale).

In queste fasi si dispiegano le seguenti attività tecniche:

- ricognizione di materiale utile all'indagine, descrizione verbalizzata del ritrovamento;
- esecuzione di rilievi fotografici e videofotografici;
- prelievo di reperti biologici, loro trasformazione in corpi di reato, avviamento agli esami di laboratorio.

Operazioni di tal genere sono intraprese in qualsiasi luogo, e in qualsiasi condizione, tant'è che le caratteristiche dell'ambiente condizionano fortemente modi e tempi dell'intervento. Per ciascuna operazione è rilevante la scelta dell'ausiliare abilitato che dovrà essere appropriatamente equipaggiato con strumenti e materiali utili a descrivere, documentare e prelevare.

#### 2. *Il sopralluogo scientifico*

Nelle attività che precedono l'analisi in senso stretto del DNA, propedeutica per una corretta metodologia, risulta indubbiamente, l'attività di sopralluogo e di raccolta delle tracce, tanto che errori procedurali in queste fasi potranno rendere inefficace qualsiasi altra attività successivamente posta in essere.

Il sopralluogo è quell'insieme di operazioni tecniche, descrittive e fotografiche, per mezzo delle quali sono fissati e, quindi, studiati e analizzati gli scenari del crimine.

Attività fisiologicamente irripetibile<sup>1</sup>, risulta fondamentale in quanto dall'esatta esecuzione dipende parte significativa della successiva indagine e del processo di

---

<sup>1</sup> P. FELICIONI, *La prova del DNA tra esaltazione mediatica e realtà applicativa*, cit., 185; U. RICCI – C. PREVIDERE' - P. FATTORINI – F. CORRADI, *La prova del DNA per la ricerca della verità*, cit., 105.

analisi tutto; il sopralluogo è un momento procedurale, pertanto, che richiederebbe sempre alta professionalità e specializzazione.

Risulta facile comprendere come, durante questa fase, nessun elemento dovrà sfuggire all'attenzione degli investigatori, o essere sottovalutato: le tracce biologiche devono, non soltanto essere individuate attraverso un'indagine visiva o meccanica, ma anche essere accuratamente ricercate nei luoghi meno visibili.

Occorre, pertanto, non ignorare o sottovalutare il materiale biologico prezioso e rapidamente degradabile, o, ancor peggio, inquinare la scena del crimine mediante una compromissione dello stato dei luoghi che porti ad una contaminazione biologica delle tracce esistenti<sup>2</sup>: l'operato degli esperti, anche in questa fase, dovrà essere riassunto all'interno di operazioni rigorosamente tecnico - scientifiche.

Si è già avuto modo di affrontare il tema della raccolta e del prelievo di materiale biologico da un punto di vista giuridico, notando come non esista una regolamentazione o standardizzazione dell'attività di sopralluogo, se non semplici linee guida generali basate sulla perizia ed esperienza degli operatori tecnici; ragion per cui, è facile comprendere come la mancanza di una regolamentazione, che indirizzi verso una corretta attività di repertazione e conservazione dei reperti, si rifletta immancabilmente nell'ambito scientifico: quale aspetto fondamentale ai fini del buon esito dell'attività investigativa prima, e processuale poi, il momento iniziale di raccolta e prelievo risulta di fondamentale importanza per l'intera procedura dell'analisi genetica.

Nonostante sia stato varato di recente il regolamento di attuazione della Banca dati DNA, n. 87 del 2016, rimane, tuttavia, un vuoto normativo circa la correttezza dell'uso degli strumenti impiegati per le attività di prelievo, repertazione, conservazione e catalogazione dei campioni<sup>3</sup>.

Eppure, la necessità di garantire professionalità e competenza, in particolare proprio nel settore delle indagini genetiche – a fronte delle problematiche, non solo di contaminazione, ma anche di degradazione della traccia –, richiederebbe regolamentazioni specifiche di ciascuna, ancorchè minima, fase, dal sopralluogo all'analisi finale, in modo da poter assicurare *standard* di alta qualità del proprio operato: la necessità di preservare la genuinità delle tracce, a fronte di pericoli di contaminazione, è, difatti, maggiormente avvertita proprio in questa fase, ritenuta estremamente delicata<sup>4</sup>.

---

<sup>2</sup> A. PICCININI, *Accertamenti genetico-forensi: raccolta dei campioni, analisi di laboratorio, interpretazione dei risultati*, in *Elementi per una genetica forense*, a cura di Boem-Marelli, 2012, 78 s..

<sup>3</sup> C. BONZANO, *Prova "scientifica": le garanzie difensive tra progresso tecnologico e stasi del sistema*, in *Scienza e processo penale*, C. CONTI (a cura di), cit., 104.

<sup>4</sup> M. BACCI, *Il rilievo del dato biologico nell'indagine criminalistica*, in *Genetica e forense e diritto: prospettive scientifiche, tecnologiche e normative*, Dobosz-Carnevali-Lancia (a cura di), 2011, 6.

D'altronde, tenuto conto che grazie allo sviluppo di tecnologie sempre più avanzate, si è incrementata notevolmente la soglia di sensibilità delle analisi molecolari del DNA e con essa la possibilità di ottenere profili utili anche da tracce minime di materiale biologico; allo stesso tempo, risulta incrementata la possibilità di rilevare oltre alla traccia di interesse anche contaminazioni esterne, più facilmente esaltabili.

Fondamentale importanza assume, pertanto, la protezione della scena del crimine da fattori inquinanti, e l'utilizzo – anche e soprattutto da parte degli operatori tecnici – di tutti gli strumenti utili a garantire la correttezza dell'analisi successiva a fronte di pericoli di contaminazione delle fasi precedenti.

### *3. Repertazione e conservazione: il rispetto della catena di custodia*

Secondo la definizione introdotta dall'art. 6, lett. d) della legge n. 85 del 2009, così come riprodotta nell'art. 2 lett. h) del decreto attuativo n. 87 del 2016, per *reperto biologico* si intende la traccia biologica presente su un reperto acquisito sulla scena di un delitto, o comunque su cose pertinenti al reato<sup>5</sup>.

L'acquisizione di quanto possa essere utile ai fini dell'attività investigativa e di tutti i momenti procedurali successivi, si concretizza con la repertazione. La fase è caratterizzata da tutte le operazioni per mezzo delle quali si raccoglie e custodisce tutto ciò che può avere una indubbia o potenziale rilevanza per l'accertamento del fatto.

In ragione di quanto si accennava, l'attività di sopralluogo e di repertazione, richiede una certa esperienza investigativa, tanto ai fini dell'individuazione della traccia biologica, quanto per preservarne la genuinità<sup>6</sup>.

Reperti biologici come sangue, sperma, tessuti, ossa, capelli, urine e saliva possono essere recuperati direttamente dai corpi, dagli indumenti, dagli oggetti o dagli ambienti della scena del crimine. I fluidi corporei vengono raccolti facendoli aderire a specifici supporti cellulosici o sintetici (tamponi o carte da filtro speciali e sterili) oppure aspirati e depositati in provette se sono ancora allo stato liquido. Una volta che sono stati depositati su supporto, diventano "tracce" biologiche. I reperti non fluidi, come capelli o tessuti, possono essere asportati per contatto diretto. Reperti che siano trasferiti da una persona, un oggetto o un ambiente attraverso un intermediario (persona o oggetto) costituiscono il cosiddetto "trasferimento secondario".

I trasferimenti secondari possono, ma non necessariamente, stabilire un legame diretto tra soggetto e crimine. Quasi sempre tali reperti, indicati anche come

---

<sup>5</sup> Si distingue il «campione biologico» (art. 2 lett. g) del decreto attuativo n. 87/2016) quale quantità di sostanza biologica prelevata sulla persona sottoposta a tipizzazione del profilo del DNA.

<sup>6</sup> Per le raccomandazioni sulle modalità di repertazione si v. U. RICCI, *DNA e crimine*, Roma, 2000.

“microtracce”, contengono esigue quantità di DNA e richiedono tipizzazioni più sensibili (*low copy number PCR*, mtDNA, miniSTRs)<sup>7</sup>.

In breve, la repertazione di tracce di natura biologica, integrata all’interno delle attività di sopralluogo giudiziario, necessita di particolari cautele che tengano conto della natura delle tracce, della possibilità di ricavare quante più informazioni utili da quantità esigue di materiale, della varietà dei substrati in relazione alle sostanze biologiche repertate.

Si riportano, in breve, le raccomandazioni da seguire in questa fase, valevoli per qualsiasi tipo di sostanza biologica<sup>8</sup>:

- non mescolare in uno stesso contenitore reperti provenienti da sedi diverse;
- effettuare diversi campionamenti sul luogo del sopralluogo, anche se la dinamica apparentemente suggerisce che le tracce possano avere una comune origine;
- nell’asportazione di una traccia da una superficie mediante tamponi cercare di concentrarla su una superficie ridotta, anziché disperderla su una vasta area;
- effettuare almeno un prelievo (controllo negativo), dall’oggetto sul quale è presente una macchia, su una sede diversa da quella della traccia stessa;
- avere cura di acquisire (o fare acquisire) più di campione biologico di riferimento dal cadavere;
- qualunque campione umido deve essere fatto asciugare all’aria prima di essere inserito nei contenitori, per evitare la formazione di muffe;
- etichettare ogni reperto e documentare con rilievi scritti e fotografici il luogo e la sede esatta del prelevamento;
- proteggere le sedi dalle quali i prelievi debbano essere differiti;
- tutti gli oggetti che sono trasportabili e che contengano tracce biologiche dovrebbero essere adeguatamente protetti e sottoposti a campionamenti accurati in laboratorio;
- evitare buste di plastica per la conservazione dei reperti e privilegiare buste di carta, al fine di evitare la formazione di muffe;
- conservare i campioni in frigorifero a +4° C per i tempi brevi o a -20° C se si prevedono tempi più lunghi prima delle analisi di laboratorio;
- se non si dispone di un frigorifero, mantenere i reperti in luogo asciutto a bassa temperatura.

In altre parole, i metodi di raccolta specifici dipendono dallo stato di conservazione e dalle condizioni del reperto.

Rilevante importanza assume la quantità: proprio quest’ultima dovrebbe essere sufficiente per l’analisi, ma è bene che in fase di repertazione – laddove possibile –

---

<sup>7</sup> Cfr. A. TAGLIABRACCI et al., *Introduzione alla genetica forense*, cit., 47.

<sup>8</sup> L’elencazione è contenuto in U. RICCI – C. PREVIDERE’ - P. FATTORINI – F. CORRADI, *La prova del DNA per la ricerca della verità*, cit., 109-110.

venga sempre asportata una quantità ingente o comunque utile per successivi e non solo contingenti test genetici, in modo da consentire alla controparte di poter effettuare la medesima analisi, quale esplicazione del diritto di difesa.

Tuttavia, essendo in ogni caso necessaria una selezione del materiale, per ragioni tanto economiche quanto laboratoristiche, occorre saper scegliere sapientemente e professionalmente i reperti da asportare<sup>9</sup> e conservarli in modo appropriato<sup>10</sup>.

Bisognerà, pertanto, evitare inquinamenti di qualsiasi tipo<sup>11</sup> e assicurare in breve la c.d. catena di custodia, il cui obiettivo principale è cristallizzare e ricostruire l'iter che i reperti seguono dal momento della raccolta a quello della analisi finale.

E' proprio in vista dell'esito finale, che il contenuto delle informazioni relative alla catena di custodia assicura la correttezza, regolarità e, dunque, genuinità della prova.

I processi di degradazione possono, ovviamente, alterare o impedire del tutto l'analisi del DNA, anche per via di agenti chimico-fisici. In questi casi, maggiore è la quantità di frammentazioni subite, minore la possibilità di ottenere profili genetici utilizzabili<sup>12</sup>.

I processi degradativi sono, a ben vedere, dipendenti tanto dall'azione di fattori ambientali come batteri o muffe; tanto dall'azione di fattori fisici, tra cui il calore e l'umidità. Per questi motivi occorre porre in essere tutte le misure necessarie a preservare il campione e conservare lo stesso in maniera adeguata. Pertanto, il mantenimento della catena di custodia viene garantito attraverso la tracciabilità del campione dal momento del prelievo e durante il percorso di tipizzazione.

I reperti devono essere preparati dalla polizia giudiziaria in confezionamenti sigillati, con all'esterno la descrizione del contenuto; l'apertura di questi dovrà, quindi, restare inviolabile, mediante dispositivi antimanomissione.

---

<sup>9</sup> G. LAGO, *Legge n. 85 del 2009 e banche dati nazionali del DNA a fini di giustizia: spunti di studio comparato con raccomandazioni internazionali*, in *Scienza e processo penale. Nuove frontiere e vecchi pregiudizi*, C. CONTI (a cura di), 188; U. RICCI – C. PREVIDERE' – P. FATTORINI – F. CORRADI, *La prova del DNA per la ricerca della verità*, cit., 109-110.

<sup>10</sup> A. PICCININI, *Accertamenti genetico-forensi: raccolta dei campioni, analisi di laboratorio, interpretazione dei risultati*, in *Elementi per una genetica forense*, Boem-Marelli (a cura di), 2012, 79 s.; si v. A. CAMON, *La disciplina delle indagini genetiche*, in *Cass. pen.*, fasc.4, 2014, 1426B.

<sup>11</sup> P. TONINI, *Informazioni genetiche e processo penale ad un anno dalla legge*, in *Dir. pen. proc.*, 2010, 887; D. CURTOTTI, *Indagini sulla scena del crimine ed acquisizione dei dati probatori. Protocolli operativi ed utilizzabilità della prova: i profili processualistici*, in *L'assassinio di Meredith Kercher. Anatomia del processo di Perugia*, Montagna (a cura di), cit., 90 s.; GAROFANO-SARAVO, *Il primo intervento*, in *Manuale delle investigazioni sulla scena del crimine*, Curtotti-Saravo (a cura di), 2013, 351 s.; v. A. CAMON, *La disciplina delle indagini genetiche*, cit., 1426.

<sup>12</sup> Cfr. P. FATTORINI et al., *The molecular characterization of a depurinated trial DNA sample can be a model to understand the reliability of the results in forensic genetics*, in *Electrophoresis*, (2014)35, 3134-3144; Cfr. U. RICCI, *D.N.A. Oltre ogni ragionevole dubbio*, cit., 124.

La varietà di alternative possibili e di specifiche modalità di conservazione dei reperti, in relazione alle particolarità del caso concreto, non dovrebbero, pertanto, impedire di rispettare una generale tracciabilità di questo, dal momento dell'acquisizione a quello della conservazione, fino ai momenti delle successive analisi di laboratorio; rendendo di fondamentale importanza la documentazione dei vari passaggi.

In dottrina<sup>13</sup>, viene offerto un elenco delle attività fondamentali da compiere: a) numerazione progressiva del caso giudiziario; b) breve descrizione del medesimo; c) individuazione del soggetto che ha proceduto all'acquisizione del reperto; d) data (giorno, mese, ora e luogo) di acquisizione del reperto; e) descrizione accurata del reperto (con indicazione, quando possibile, di dati identificativi certi: ad es., nel caso di supporto informatico, marca e numero di serie); f) soggetto a cui il reperto è stato consegnato dopo il suo rinvenimento (e così per ogni eventuale passaggio successivo, del quale deve essere certificata la data e il motivo); g) descrizione degli eventuali esami e/o analisi compiuti sul reperto, del soggetto che gli ha effettuati, della data in cui sono stati svolti, della data in cui il reperto è stato ricevuto e di quella in cui è stato restituito; h) sottoscrizione del documento da parte di ogni persona che ha interagito con il reperto.

Per concludere, sottolineando ancora una volta quanto la fase di raccolta e conservazione di reperti costituisca attività preziosa per il corretto svolgimento delle analisi successive, si dovrà avere riguardo che queste attività siano accompagnate da rilievi fotografici e di videoriproduzione<sup>14</sup>, in modo da documentare con accuratezza e completezza, la scena del crimine, o comunque l'area di interesse, prima e dopo il sopralluogo: l'uso di tali strumenti è, indubbiamente, rivolto ad una maggiore affidabilità del risultato e più incisiva e coerente partecipazione alla formazione di questo.

Il supporto visivo, infatti, eviterebbe una irragionevole disparità di trattamento processuale fra l'indagato ancora ignoto al momento del sopralluogo, o comunque delle prime operazioni poste in essere dagli inquirenti; e l'indagato la cui posizione risulti già nota in questa prima fase, avendo questo la possibilità di partecipare al loro compimento.

---

<sup>13</sup> S. LORUSSO, *L'esame della scena del crimine nella contesa processuale*, cit., 261.

<sup>14</sup> C. GABRIELLI, *Ancora nulla di fatto in tema di acquisizione di reperti biologici e garanzie processuali. Spunti per una ineludibile rimediazione legislativa della disciplina*, in *Giurisprudenza Costituzionale*, fasc.3, 2016, 968D; F. CAPRIOLI, *La scienza «cattiva maestra»: le insidie della prova scientifica nel processo penale*, in *Cass. pen.*, 2008, 3530; A. CAMON, *La disciplina delle indagini genetiche*, cit., 1426; sull'opportunità della obbligatoria videoregistrazione integrale delle attività e ricerche svolte sul luogo del delitto o di interesse v. supra P.I, Cap. I, § 4.

Pertanto, una semplice documentazione e annotazione delle modalità con cui avviene la repertazione non è sufficiente ad escludere una contaminazione dei reperti, nella misura in cui non consenta una reale presa di coscienza che, nel caso di specie, siano state rispettate tutte le raccomandazioni e le pratiche richieste per evitare di compromettere la genuinità dell'accertamento.

La necessità di registrare fedelmente e con precisione, quanto viene osservato e quanto viene repertato, è alla base di una corretta metodica tesa a garantire l'attendibilità del futuro risultato, da un punto di vista scientifico; e la partecipazione difensiva ed equità processuale, da un punto di vista giuridico.

#### *4. Il laboratorio di genetica forense*

Nell'indagine di laboratorio, saranno poste in essere una serie di operazioni propedeutiche, prima di avviare le metodologie necessarie all'identificazione della natura del materiale repertato.

Il reperto seguirà, in tal modo, un percorso i cui passaggi preliminari sono scanditi da una fase ricognitiva, di natura ispettiva e descrittiva.

Per preservare la genuinità del reperto anche in questa fase preliminare così come per le successive, e, dunque, evitare contaminazioni di laboratorio, occorre che la struttura rispetti particolari *standard*.

Il laboratorio di genetica forense, funzionale allo studio della biologia molecolare, dovrà impiegare tecnologie per l'analisi del DNA, con inderogabili cautele tese a preservare la sterilità degli ambienti, alla manipolazione dei prodotti e risultati, all'allestimento di ogni tipo di operazione.

E' necessario che le varie operazioni compiute siano spazialmente separate; che sia garantito il flusso unidirezionale della traccia; e che gli ambienti siano ad accesso controllato e limitato a personale tipizzato e registrato.

In particolare, all'interno di un laboratorio, occorrerà predisporre un'area specifica in cui avviene l'accettazione e la registrazione dei campioni; una specifica per ispezione, campionamento e caratterizzazione della traccia; un'altra dove venga effettuata esclusivamente l'estrazione del materiale genetico; un'altra per le reazioni di amplificazione; altra ancora per la *post* PCR, quindi per la strumentazione e l'allestimento della corsa elettroforetica; ed infine una stanza per l'analisi dei dati.

#### *5. Fase descrittiva. Osservazione e descrizione*



La descrizione del reperto, rappresenta la fase preliminare nella quale si individua il tipo di accertamento che è possibile eseguire sul reperto.

Giunto in laboratorio all'interno di plichi sigillati, accompagnato da una descrizione sommaria, sarà poi, dopo l'apertura, sottoposto all'ispezione vera e propria, cercando di non trascurare alcun minimo particolare.

Il reperto dovrà essere osservato in maniera attenta ed accurata, procedendo ad una descrizione anche del plico in cui è contenuto, con l'indicazione di quant'altro fosse necessario per avere una rappresentazione esatta e puntuale dell'oggetto.

Compito dell'esperto dovrà essere quello di individuare tutte le probabili fonti di prova ricavabili dal reperto, prospettandole agli inquirenti per le valutazioni opportune che essi saranno chiamati a formulare; l'esperto svolge, difatti, solo funzioni di supporto e aiuto per gli organi di giustizia<sup>15</sup>.

L'organo tecnico, tuttavia, sin da questa prima fase (ma, si vedrà, anche nelle successive), nel fornire un apporto specialistico, non dovrebbe mai rendersi portatore di opinioni personali, o comunque teorie non scientificamente dimostrabili: per essere d'aiuto nelle aule di giustizia, e dunque assumere rilevanza in un contesto procedimentale prima, processuale poi, lo strumento tecnico-scientifico, non basta che sia supportato da convinzioni personali, seppur ragionevoli o ragionevolmente poste; è necessario che queste risultino dimostrate o dimostrabili.

### 5.1. *Catalogazione*

Premesso, come si è più volte ripetuto, che l'efficacia della presentazione delle prove nelle aule di giustizia sarà influenzata dalle modalità di raccolta e conservazione del reperto, importanza fondamentale assume anche la catalogazione dello stesso.

Difatti, per consentire una facile e sicura individuazione del reperto occorrerà catalogarlo, ovvero apporre ad esso specifici codici quali garanzia contro errori di attribuzioni, errori durante le fasi analitiche successive.

Pertanto, l'individualizzazione mediante i codici, dovrebbe accompagnare tanto la fase descrittiva quanto quella analitica.

Si approfondirà nella parte successiva, il processo di catalogazione e tratteggiato dalle recenti disposizioni all'interno del decreto attuativo della banca dati.

---

<sup>15</sup> Cfr. U. RICCI – C. PREVIDERE' - P. FATTORINI – F. CORRADI, *La prova del DNA per la ricerca della verità*, cit., 117.

## *5.2. Rilievi fotografici*

L'esigenza di rappresentare le varie fasi di raccolta e conservazione del reperto, risulta di particolare importanza: a ragion di ciò ad integrare la documentazione di tale attività, fondamentale è l'esigenza che questa venga adeguatamente mostrata attraverso rilievi fotografici.

Si è già detto, e si approfondirà, della utilità che la fotografia sia accompagnata da strumenti di video riproduzione; tanto a garanzia di una maggiore genuinità delle operazioni; quanto a tutela del diritto di partecipare al compimento di ogni attività che possa risultare rilevante per definire una posizione processuale.

In ogni caso l'esigenza di un'accurata documentazione visiva, nell'interesse di ogni particolare, dovrebbe accompagnare ogni momento che va dalla fase preliminare al prelievo, a quelle immediatamente successive: campionatura, sede del prelievo e prelievo stesso prima che sia conservato.

## *6. Prelievi e campionature*

Il prelievo permette l'acquisizione di un campione biologico da un soggetto, vivente o defunto. Per campione biologico si intende la quantità di sostanza biologica prelevata, per l'appunto, sulla persona sottoposta a tipizzazione del profilo di DNA<sup>16</sup>.

Il prelievo di sostanza ematica, materiale d'interesse biologico più comune, richiede personale abilitato per l'esecuzione; ma, ancorchè meno invasivo, lo stesso potrà dirsi per il prelievo di saliva all'interno della mucosa orale.

Sia l'un tipo che l'altro necessitano di un'adeguata conservazione in contenitori sterili, debitamente etichettati.

Durante la fase di campionamento, ogni reperto dovrebbe essere trattato e conservato in modo tale da evitare eventuali contaminazioni da altro materiale biologico. Molto spesso si hanno campioni costituiti da frammenti cellulari di tipo omogeneo, dove sono uniti materiali della stessa natura (sangue-sangue, saliva-saliva), o di tipo eterogeneo, dove diversi tessuti sono mescolati (capelli imbrattati di sangue, tracce di saliva mescolate con liquido seminale).

Nel caso di colature o macchie ampie di sostanza ematica, sarà importante fare più repertazioni, descrivendone le sedi, poiché potrebbe trattarsi di una traccia non omogenea.

---

<sup>16</sup> Art. 2 lett. g) del decreto attuativo n. 85 del 7 aprile 2016.

Di ampio utilizzo è lo strumento delle luci forensi<sup>17</sup>, per mezzo delle quali, sulla base di diverse lunghezze d'onda, si riesce ad identificare la traccia biologica o le diverse tracce.

### 7. Diagnosi di genere e di specie

La prima attività compiuta sul reperto tende a stabilire la natura dello stesso, ovvero stabilire se si tratti di sostanza di natura ematica, o di altra natura; se sia stata rilasciata da una persona umana o abbia altra diversa origine; se si tratti di materiale non biologico; e così via<sup>18</sup>.

Pertanto, il primo interrogativo che ha senso porsi, riguarda il tipo di traccia, ovvero tentare di identificare il fluido<sup>19</sup>; e, soltanto dopo, a chi appartiene.

Per fare ciò si utilizzano test di carattere presuntivo<sup>20</sup>, che consentono la caratterizzazione della traccia biologica, pur non escludendosi la possibilità di falsi positivi o negativi. Difatti, a differenza dei test di specie, che accertano con certezza la natura di un determinato campione, i test presuntivi permettendo unicamente di escludere la presenza di una determinata sostanza, dal momento che una certa varietà di composti offre un risultato altrettanto positivo.

Una volta proceduto con i test di esclusione si rende poi necessaria la conferma del test orientativo mediante altri metodi.

In altre parole, se i test presuntivi hanno ovvi limiti di specificità, quelli di conferma sono utilizzati proprio per l'identificazione assoluta del tessuto e possono essere, pertanto, utili per ricostruire gli eventi della scena del crimine.

Tuttavia, questi test si basano sulla presenza di proteine, e potrebbero non funzionare su campioni degradati o danneggiati da condizioni ambientali. Inoltre, la bassa specificità dei test presuntivi è una limitazione associata a taluni test confermativi, dovuta alla reazione con altre specie o tessuti molecolari.

A ciò si aggiunge, che la maggior parte dei *kit* commerciali forniscono *output* non-quantitativi, indicando tipicamente la presenza o l'assenza del materiale esaminato nel campione, senza una soglia ben definita.

---

<sup>17</sup> Per un approfondimento v. A. TAGLIABRACCI et al., *Introduzione alla genetica forense*, cit., 48.

<sup>18</sup> Per un approfondimento si v. G. UMANI RONCHI, C. VECCHIOTTI, *Il laboratorio di medicina legale*, Roma, 1994.

<sup>19</sup> J.H. AN, K.J. SHIN, W.I. YANG, H.Y. LEE, *Body fluid identification in forensics*, in *BMB Rep.* 2012;45: 545–553.

<sup>20</sup> M. VENNEMANN, G. SCOTT, L. CURRAN, F. BITTNER, S.S. TOBE, *Sensitivity and specificity of presumptive tests for blood, saliva and semen*, in *Forensic Sci. Med. Pathol.* 2014; 10: 69–75.

Pertanto i test possono subire risultati soggettivi o comunque ambigui a fronte dell'impossibilità di quantificare i contributi di più fonti di tessuto.

Altra peculiarità è che taluni test consumano il campione, che a sua volta riduce la quantità disponibile di dati preziosi per l'analisi successiva del DNA: preoccupazione particolarmente rilevante per l'analisi di campioni quando a disposizione si ha una quantità già limitata.

Tuttavia, la diagnosi della natura della traccia, rappresenta uno *step* fondamentale, soprattutto se si ha a che fare con un traccia mista, ovvero – si approfondirà nel prosieguo – una traccia in cui emergano profili genetici di più contributori.

Se in un profilo genetico ricorrano più dei due picchi allelici attesi (uno di derivazione materna e uno di derivazione paterna), pare ipotizzabile che si tratti di un profilo misto, derivante dalla commistione di più tessuti; ma la conclusione non è così scontata.

La traccia può essersi contaminata in ogni altra fase del suo lungo *iter*, ciò può accadere anche nella fase di estrazione del DNA, e, dunque in laboratorio.

Non vi è, pertanto, nessun'altra via per stabilire l'autentica natura di una traccia mista, se non quella di studiarla come traccia, prima, e come profilo genetico, poi: «ciò impone di sottoporre la traccia ad un accurato esame fisico (com'è fatta, quali ne sono le dimensioni, quale ne è il colore, come reagisce a sorgenti di luce a varia lunghezza d'onda, come reagisce biochimicamente e immunologicamente)»<sup>21</sup>.

Talvolta, alcuni analisti, per il timore di consumarne una parte cospicua del materiale senza giungere a produrre un profilo, danno la preferenza alla produzione del profilo, consumando interamente la traccia.

Questa scelta compromette la possibilità di far diagnosi di autentica traccia mista e rappresenta un grave colpo alla credibilità della successiva analisi molecolare. In ogni caso, l'errore è grave anche quando il profilo non si riveli misto.

---

<sup>21</sup> V.L. PASCALI, *L'uso del dna-profiling nel procedimento penale: fatti e misfatti - dna profiling on trial in italy: deeds and misdeeds*, in *Riv. it. medicina legale e dir. sanitario*, fasc.6, 2011, 1339.

## CAPITOLO IV

### ANALISI DEL DNA: LE SINGOLE FASI

#### 1. Estrazione del DNA

Le fasi che caratterizzano l'analisi del DNA sono rappresentate dalla raccolta e *screening* del campione, dall'estrazione e dalla purificazione del DNA, dalla quantificazione, e successiva amplificazione ai fini della tipizzazione del profilo.

Proprio per poter realizzare una corretta profilatura del DNA ad uso forense, occorre che venga posto in essere, quale primo *step* analitico, il purificazione del DNA da fattori esogeni che potrebbero costituire un ostacolo per la genuinità del successivo processamento.

La prima fase dell'analisi, è rappresentata, pertanto, dall'estrazione, ovvero fase finalizzata all'isolamento del campione di DNA, per consentire una depurazione del materiale genetico da tutte quelle sostanze superflue contenute nel campione.

Pur servendo allo scopo di rimozione di componenti estranee, le operazioni di preparazione del campione potrebbero determinare una perdita del DNA e, quindi, contribuire alla ridotta capacità di successo della tipizzazione STR in presenza di campioni di DNA di bassa quantità o qualità<sup>1</sup>.

Occorre anche tener conto che, proprio nella fase di estrazione, maggiormente avvertito è il rischio di contaminazione perché il campione è più suscettibile di essere inquinato da parte di DNA esogeno.

L'estrazione può operare su molteplici fonti biologiche come sangue, sperma, saliva e cellule della pelle; essa prevede una sequenza di tre operazioni, comuni quale che sia la tecnica utilizzata: una prima fase di frammentazione e lisi delle membrane cellulari, che consente il rilascio degli acidi nucleici; una seconda operazione di denaturazione delle proteine; ed infine, una terza di separazione del DNA dalle proteine e di rimozione di tutti i fattori contaminanti. Processi questi necessari per lo svolgimento ottimale delle successive analisi e per la sincerità del risultato finale.

Del resto, ai fini della prova del DNA, assume particolare rilevanza la qualità del campione su cui svolgere le indagini genetiche, più che la sua quantità: avere poco DNA ma di buona qualità, è una circostanza di gran lunga migliore rispetto che avere tanto materiale genetico ma di pessima qualità.

---

<sup>1</sup> E.L.R. BUTTS, M.C. KLINE, J.L. ALMEIDA, P.M. VALLONE, *DNA extraction efficiency: is it what you thought?*, Mid-Atlantic Association of Forensic Scientists, State College, PA (2010).

All'interno di un contesto processuale, si potrebbe, per giunta, cadere nell'equivoco di affidarsi con minore problematicità ai risultati dell'indagine genetica supportate dall'essere queste il risultato dell'estrazione di ingente materiale: in realtà, nulla esclude che all'elevata quantità di DNA estratto corrisponda una pessima qualità dello stesso; di converso bassa quantità potrebbe non destare particolari problematicità nella misura in cui risulti materiale genetico di ottima qualità.

Sicuramente, ottenere una quantità di DNA sufficiente a generare un profilo completo del DNA è importante, ma non dirimente.

Ci sono almeno due situazioni in cui potrebbe essere rilevante avere conoscenza dell'impatto del metodo di estrazione del DNA utilizzato e della sua interazione con vari substrati da cui viene prelevato il campione: quando è, per l'appunto, un determinato metodo di estrazione a rendere disponibile il DNA per generare un profilo genetico; quando, risulta necessario fornire delle interpretazioni o conclusioni relative al profilo genetico che non prescindono dalla quantità estratta. Tra queste ultime situazioni si colloca l'interpretazione di eventi di trasferimento<sup>2</sup>.

Si è detto che, durante la fase estrattiva, il campione di DNA è maggiormente sensibile a fenomeni di contaminazione, o per il tramite di altri campioni, o per induzione di DNA estraneo, o per scambio dei campioni stessi; ragion per cui, si rende necessario, da parte degli operatori, in questa come nelle successive fasi di analisi, rispettare le doverose cautele tese a preservare la genuinità del risultato.

Ne consegue, che sul versante processuale occorrerà tener conto dell'avere gli esperti adoperato tutte le misure necessarie per la corretta estrazione del materiale genico: l'uso di mascherine, di appositi guanti, in ogni caso di abbigliamento monouso, cambiato di volta in volta per reperti diversi, rappresentano operazioni basilari che l'operatore deve porre in essere e che, si suggerisce, debba essere in grado di documentare e dimostrare in dibattimento.

#### 1.1. Estrazione differenziale, manuale e automatizzata

Estrarre e purificare il DNA da un tessuto può risultare un'operazione complessa a causa della presenza occasionale di inibitori di PCR che potrebbero essere estratti insieme al DNA e che, pertanto, potrebbero interferire con le successive fasi di

---

<sup>2</sup> V. *infra*. P. II, Cap. V, § 3.1., M. GORAY, E. EKEN, R.J. MITCHELL, et al., *Secondary DNA transfer of biological substances under varying test conditions*, in *Forensic Sci. Int. Genet.* 2010; 4: 62–67; R.A.H.VAN OORSCHOT, M. GORAY, E. EKEN, E. et al., *Impact of relevant variables on the transfer of biological substances*, in *Forensic Sci. Int. Genet.* 2009; : 547–548.

quantificazione e di reazione mediante i marcatori STR, utilizzati per la tipizzazione genetica<sup>3</sup>.

I metodi di estrazione, dovranno garantire non solo che il DNA sia estratto in modo efficiente da ciascun campione, ma, altresì, garantire che siano rimossi gli inibitori che possono interferire con i successivi processi<sup>4</sup>.

Estremamente preziosa risulta la tecnica dell'estrazione differenziale, soprattutto nei reati di violenza sessuale, perché è un tipo di operazione che consente di separare, e conseguentemente estrarre, le cellule epiteliali dalle cellule spermatiche<sup>5</sup>. In questi casi, la tipizzazione del DNA contenuto nello sperma all'interno di campioni di cellule miste, in particolare con basse quantità di spermatozoi, dipende proprio dalla massimizzazione del recupero del DNA spermatico e dalla efficacia della separazione dal DNA non spermatico.

Per risolvere tali problematiche, insieme a quelle relative all'alto rischio di contaminazione in tale fase, nonché ridurre il rischio di estrarre anche inibitori di PCR, sono state elaborate numerose tecniche di estrazione, che variano a seconda della loro capacità di estrarre efficacemente il DNA<sup>6</sup>.

Sono disponibili metodi organici e inorganici, ognuno dei quali fornisce variabili a seconda del tipo di campione. Alcuni differiscono per vari fattori, quali il tempo di lavorazione, l'intervento dell'operatore, il rischio di contaminazione e la facilità d'uso.

Alcuni laboratori utilizzano tecniche manuali di estrazione<sup>7</sup>; tecniche di estrazione organica<sup>8</sup> che possono consistere in metodi dispendiosi e determinare una scarsa resa con campioni di piccole quantità, a fronte, invece, di ottima resa con campioni di grade quantità. Alcune, in particolare, consentono di avere il massimo successo con campioni compromessi, o maggiore efficienza di rimozione degli

---

<sup>3</sup> I.G. WILSON, *Inhibition and facilitation of nucleic acid amplification*, *Appl. Environ. Microbiol.*, 63 (1997), 3741-3751.

<sup>4</sup>A. AKANE, K. MATSUBARA, H. NAKAMURA, S.TAKAHASHI, K. KIMURA, *Identification of the heme compound copurified with deoxyribonucleic acid (DNA) from bloodstains, a major inhibitor of polymerase chain reaction (PCR) amplification*, *J. Forensic Sci.*, 39 (1994), 362-372; L. ECKHART, J. BACH, J. BAN, E. TSCHACHLER, *Melanin binds reversibly to thermostable DNA polymerase and inhibits its activity*, *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 271(2000), 726-730.

<sup>5</sup> B. S. KLEIN, R. M. BUONCRISTIANI, *Evaluating the efficacy of DNA differential extraction methods for sexual assault evidence*, *Forensic Science International: Genetics*, Volume 29, 2017, 109-117.

<sup>6</sup> Un metodo di estrazione molto diffuso è quello caratterizzato dal sollevamento di un nastro adesivo mediante il quale le cellule / DNA possono essere raccolte in modo efficace da aree di tessuto, superfici solide o pelle, si v. FORSBERG, CHRISTINA e al., *High-throughput DNA extraction of forensic adhesive tapes*, *Forensic Science International: Genetics*, Volume 24 , 158 – 163.

<sup>7</sup> P.S. WALSH, D.A. METZGER, R. HIGUCHI, *Chelex® 100 as a medium for simple extraction of DNA for PCR-based typing from forensic material*, *Biotechniques*, 10 (1991), 506-513.

<sup>8</sup> J. SAMBROOK, E.F. FRITSCH, T. MANIATIS, *Molecular Cloning: A Laboratory Manual* *CSLH Press*, New York, 1989.

inibitori della PCR; altre consentono, invece, di preservare e conservare il campione per molto tempo.

Negli ultimi anni, sono stati messi a disposizione *robot* automatizzati che accelerano il tempo di lavorazione e diminuiscono la quantità di *input* dell'operatore, riducendo i rischi derivanti da contaminazione per mezzo di altri campioni, e consentendo di ottenere ingente quantità di DNA purificato<sup>9</sup>.

In altre parole, alla varietà di metodi e tecniche di estrazione, corrisponde una varietà di resa della stessa: la scelta di un metodo, anziché un altro, può essere dovuta a diversi fattori, che variano a seconda del tipo di materiale biologico da analizzare; a seconda della qualità dello stesso; della quantità a disposizione; della disponibilità in capo agli operatori di apparecchiature ausiliarie che alcune tecniche richiedono.

Non ci si addentra nella particolarità delle diverse tecniche, né si pretende di descrivere accuratamente ciascuna di queste: ai nostri fini preme, soltanto, evidenziare come la scelta della tecnica da parte dell'operatore in fase estrazione, non risulta priva di conseguenza sul piano della resa finale del prodotto<sup>10</sup>.

L'esperto dovrà mettere in condizione, tanto il giudice, quanto le parti, di conoscere e motivare le ragioni di quella scelta.

Non solo il risultato dell'estrazione dovrà essere vagliato accuratamente al fine di escludere eventi contaminanti per DNA esogeno o presenza di inibitori di PCR: rilevanza assume, a monte, anche la tecnica utilizzata dall'esperto.

La domanda sarà: perché si è scelto di operare l'estrazione del materiale genetico seguendo un particolare metodo anziché altro?

La rigorosità di una operazione scientifica è data non soltanto dalla giustezza dell'esito finale, ma anche dal percorso che ha condotto a quell'esito.

Il doveroso vaglio critico che il giudice compie su tutte le prove, non può mutare veste e assopirsi nel caso di prove particolarmente complesse in punto tecnico-scientifico, come la prova del DNA: ogni decisione dell'operatore deve essere

---

<sup>9</sup> Per una comparazione tra metodi manuali e automatizzati si v. M. STANGEGAARD, B.B. HJORT, T.N. HANSEN, A. HOFLUND, H.S. MOGENSEN, A.J. HANSEN, N. MORLING, *Automated extraction of DNA from biological stains on fabric from crime cases. A comparison of a manual and three automated methods*, *Forensic Science International: Genetics*, Volume 7, Issue 3, 2013, 384-388; per approfondimento su metodi robotizzati si v. A. MONTPETIT, I.T. FITCH, P.T. O'DONNELL, *A simple automated instrument for DNA extraction in forensic casework*, *J. Forensic. Sci.*, 50 (2005), 555-563.

<sup>10</sup> C. C. G. BENSCHOP, S. Y. YOO, T. SIJEN, *Split DNA over replicates or perform one amplification?*, in *Forensic Science International: Genetics Supplement Series*, Volume 5, 2015, 532-e533.



accompagnata da una motivazione, che consenta di far conoscere nelle aule di giustizia il peso di quella scelta prima ancora che il peso del relativo risultato.

## 1.2. *L' influenza del substrato*

L'efficacia dell'estrazione del DNA risulta condizionata da una serie di fattori, in quanto varia notevolmente, tanto per via delle proprietà del substrato, quanto per via della diversità della tecnica di estrazione in relazione al tipo di quest'ultimo<sup>11</sup>.

L'analisi del substrato risulta di fondamentale importanza per comprendere se, indipendentemente dalla presenza di DNA, questo contenga inibitori della PCR e possa, pertanto, compromettere il risultato finale; o, talvolta, contenga altro DNA estraneo al DNA prelevato.

L'efficienza dell'estrazione e dell'analisi del substrato consentirà, infatti, anche una valutazione più accurata dell'influenza delle metodologie utilizzate, negli studi relativi alla determinazione dei tassi di trasferimento del DNA<sup>12</sup>.

Studi, infatti, rilevano che esistono notevoli variazioni che influenzano l'efficienza dell'estrazione quando si confrontano le quantità di DNA: anche quando il DNA è estratto con la stessa tecnica, una quantità ottenuta da un substrato non sarà sempre paragonabile ad una quantità di DNA ottenuta da un altro substrato<sup>13</sup>.

Pertanto, metodi di estrazione diversi possono condurre a risultati diversi; il problema risulta ancor più evidente quando – si accennava – si giunge a determinate conclusioni relative al profilo genetico in virtù della quantità estratta, che può variare in base alla tecnica utilizzata.

Da ciò, non solo l'importanza scontata dei laboratori forensi, e in particolare delle tecnologie che questo mette a disposizione; della professionalità dell'esperto che sappia adoperare la giusta metodologia; ma, ancor più, la meno scontata meticolosità di un'analisi che evidenzi i propri limiti.

---

<sup>11</sup> A. LINACRE, V. PEKAREK, Y.C. SWARAN, et al., *Generation of DNA profiles from fabrics without DNA extraction*, in *Forensic Sci. Int. Genet.* 2010; 4: 137–141.

<sup>12</sup> T. J. VERDON et al., *The influence of substrate on DNA transfer and extraction efficiency*, in *Forensic Science International: Genetics*, 2013, Volume 7, Issue 1, 167 – 175; V. infra P. II, Cap. V, § 3.1.

<sup>13</sup> T. J. VERDON et al., *Evaluating the efficiency of DNA extraction methods from different substrates*, in *Forensic Science International: Genetics Supplement Series*, 2011, Volume 3, Issue 1, 93 - 94.

L'esperto, nel presentare in dibattimento il percorso analitico compiuto, nella fase di estrazione, dovrà segnalare la caratteristica del substrato; dimostrare di conoscere le influenze che un particolare tipo di questo possa avere o non avere trasmesso, nel caso di specie, a fini dell'efficienza della fase di estrazione quanto per le fasi successive; dovrà indicare la scelta della metodologia che ha ritenuto di seguire e spiegare accuratamente le ragioni di quella scelta.

Le motivazioni possono essere di natura tecnico-scientifico: perché legate al tipo di substrato, e alla corretta metodologia da seguire; in tal caso saranno corredate da studi nel settore che documentino fedelmente le ragioni della preferenza di una tecnica ad altra.

Potranno, invece, essere scelte dettate dalla maggiore esperienza dell'esperto: in tal caso, dovranno essere corredate dal numero di analisi concretamente poste in essere che supportino quella migliore pratica.

Oppure, ancora, le scelte dell'esperto potranno essere dettate dalla contingenza e reale disponibilità di tecniche analitiche del laboratorio in cui opera: anche, e soprattutto, in tal caso ciò non dovrà sfuggire al confronto dialettico e alla valutazione giudiziale. Ciò non significa ammettere una crepa nell'analisi; significherà al contrario elevare la rigorosità della ricerca scientifica, in quanto evidenziante potenzialità ma anche limiti della stessa.

Scegliere una tecnica di estrazione perché l'unica concretamente operabile in quel laboratorio, seppur non la sola strada scientificamente percorribile, può avere influenzato, quanto non, l'esito dell'analisi: il confronto dialettico tra gli esperti potrà aiutare a comprendere se l'analisi sia stata compromessa – tenuto conto di altri fattori, quali quantità/qualità del DNA, e conclusioni a cui si è pervenuti –, ma ciò sarà consentito solo dalla professionalità di un esperto che conosca le potenzialità dell'analisi e che riconosca le relative fragilità, mettendo in condizioni parti e giudice di comprenderle.

## 2. *Quantificazione*

*Art. 21 d. P.R. n. 87/2017 – Per l'eventuale fase di quantificazione del DNA sono utilizzati kit commerciali che consentono di verificare la quantità del DNA presente nell'estratto e la presenza di eventuali inibitori della PCR.*

La quantificazione è un passaggio fondamentale volto a decidere quali siano le strategie da adottare per massimizzare la possibilità di ottenere un profilo interpretabile. Ha l'obiettivo di determinare la quantità di DNA che è contenuto in una determinata traccia biologica.

In questo modo, tuttavia, si investe una certa quantità di estratto di DNA per poterlo quantificare, realizzando il paradosso che per determinare quanto ce n'è, si consuma quanto sarebbe servito per farlo. Occorre, perciò, fare molta attenzione in presenza di quantità minime di materiale biologico.

Si è detto che lo scopo principale della quantificazione è determinare la quantità di DNA amplificabile, per la buona riuscita di una analisi mediante PCR<sup>14</sup>.

Infatti, per operare una corretta reazione a catena occorre una precisa quantità: un eccesso di DNA stampo può portare all'ottenimento di una quantità di prodotti di amplificazione troppo elevata, che potrebbe compromettere la corretta interpretazione dopo elettroforesi capillare; di converso, una ridotta quantità può condurre all'ottenimento di profili incompleti, poichè la polimerasi in tali campioni fallisce nella corretta amplificazione del DNA per effetti stocastici.

Pertanto, una reazione di PCR presuppone un'adeguata quantità di DNA, l'assenza di inibitori co-estratti, DNA non altamente degradato, o una combinazione di tutti questi fattori.

Per la maggior parte dei campioni forensi è, però, difficile a priori conoscere lo stato di conservazione, e la quantità del materiale genetico presente.

I primi metodi utilizzati per la quantificazione utilizzavano esami spettrofotometrici<sup>15</sup>: sistema estremamente rapido, preciso e di facile utilizzo, ma relativamente utile nella misura in cui non consente di definire la provenienza del DNA o lo stato di degradazione.

In presenza di scarsa qualità del materiale genetico, tanto lo strumento spettrofotometrico, quanto altri strumenti, non hanno la sensibilità per potere valutare in modo riproducibile le tracce di DNA degradato o minime quantità dello stesso.

Proprio in base alla considerazione per cui meglio avere poco DNA ma di buona qualità, che tanto ma di pessima qualità, quando ci si trovi in quest'ultima situazione l'attenzione è tutta rivolta alla probabilità di tipizzarlo, anche tenuto conto del fatto che alcuni metodi di quantificazione non sono idonei ad affrontare il rischio di introdurre fattori di inibizione della PCR o situazioni di degrado del DNA.

A questo scopo, esistono delle tecniche che sono basate sulla PCR *real time*, ossia un sistema di quantificazione del DNA che si fonda su un'amplificazione.

### 3. *Real-Time PCR*

---

<sup>14</sup> V. *infra* § 3.

<sup>15</sup> A. TAGLIABRACCI et al., *Introduzione alla genetica forense*, cit., 62.

La *Real-time* PCR è un sistema in grado di stabilire la quantità e la qualità di DNA presente in un determinato campione<sup>16</sup>.

Gli inibitori della PCR possono provenire – si è detto – o dall'estrazione del templatato di DNA, o estratti da una varietà di fonti, con conseguente riduzione delle potenzialità dell'amplificazione e / o diminuzione degli alleli. Con la PCR in tempo reale è possibile fornire un controllo circa la presenza di fattori di inibizione, monitorando la qualità dell'amplificazione, mediante un controllo interno<sup>17</sup>.

In questo modo, la quantità di DNA è determinata dalla stessa tecnica principale (PCR) quale tecnica base per gli attuali approcci di tipizzazione.

Difatti, la Real time- PCR, è una reazione di polimerasi a catena quantitativa, che analizza la variazione del segnale fluorescente durante una reazione di amplificazione: si tratta, perciò, di una normalissima PCR in cui, però, è possibile valutare l'andamento della stessa di ciclo in ciclo, e così aumentare la quantità di fluorescenza proporzionalmente al numero dei templati nuovi che si producono.

La Real time-PCR, determina così la quantità di molecole che vengono prodotte mediante la rilevazione di una fluorescenza: in altre parole, i prodotti di PCR vengono rilevati come fluorescenti perché vengono marcati.

Sono stati proposti differenti approcci per l'esecuzione della *Real-time* PCR, dei quali i più comuni prevedono l'utilizzo, per l'appunto, di una sonda marcata con due differenti coloranti che emettono fluorescenza a diverse lunghezze d'onda; o l'utilizzo di un colorante intercalante, altamente specifico per DNA a doppio filamento<sup>18</sup>.

Molto semplicemente, i sistemi si avvalgono di sonde oligonucleotidiche, ossia di *primers*, che hanno una complementarità con la specifica regione che si intende amplificare.

Si avrà così una sonda specifica per un cromosoma autosomico, al fine di determinare la quantità di materiale genomico totale presente; e una sonda specifica per il cromosoma x/y.

Le sonde hanno perciò una specifica sequenza di DNA, alle cui estremità sono legati un colorante *Reporter* (R) e un *Quencher* (Q): il primo è una molecola che se eccitata da una sorgente *laser* che è presente nello strumento di Real time-PCR, emette una fluorescenza che viene assorbita dalla molecola *Quencher*, che a sua volta la emetterà ad un'altra lunghezza d'onda.

---

<sup>16</sup> J.Y. LIU, *Direct qPCR quantification of unprocessed forensic casework samples*, *Forensic Sci. Int. Genet.*, 11 (2014), 96-104; B. E. KRENKE, N. NASSIF, C. J. SPRECHER, C. KNOX, M. SCHWANDT, D. R. STORTS, *Developmental validation of a real-time PCR assay for the simultaneous quantification of total human and male DNA*, *Forensic Science International: Genetics*, Volume 3, Issue 1, 2008, 14-21.

<sup>17</sup> K.L. OPEL, D. CHUNG, B.R. MCCORD, *A study of PCR inhibition mechanisms using real time PCR*, *J. Forensic Sci.*, 55 (1) (2010), 25-33.

<sup>18</sup> Si v. A. TAGLIABRACCI et al., *Introduzione alla genetica forense*, cit., 64 s.

Questo processo, definito *FRET* (*Fluorescence Resonance Energy Transfer*, trasferimento di energia per risonanza dovuta a fluorescenza) è possibile solo è presente una vicinanza tra la molecola *Reporter* e il *quencher*: in questo modo il primo, quando eccitato non emette luce, ma trasferisce l'energia al secondo per risonanza.

Ne consegue che, finchè la sonda è intatta e il *Reporter* è in prossimità del *Quencher*, il trasferimento di energia tra i due coloranti risulta in un annullamento della fluorescenza del *Reporter*.

Durante la polimerizzazione, avverrà che la sonda si ibrida al DNA, contestualmente ai *primers* che sono stati utilizzati, come in una normale reazione a catena. In questo modo, quando viene effettuata la sintesi del nuovo filamento complementare, l'attività di polimerasi, incontrata la sonda annidata sul template di DNA e romperà il legame che trova, separando fisicamente la molecola *report* dalla molecola *quencher*.

Il *Reporter* così rilasciato emetterà fluorescenza rilevabile.

La separazione avviene tante volte quanti sono i filamenti creati; e quanti siano i filamenti creati ad ogni ciclo dipende dalla quantificazione di partenza.

Occorre, pertanto, sottolineare che non esiste una quantificazione assoluta: quando si valuta l'andamento di una PCR c'è necessità di un sistema di riferimento, standardizzato, dunque controllato e validato.

Ai fini della quantificazione e della successiva analisi, occorrerà, dunque, chiedersi se il sistema di riferimento utilizzato ai fini della valutazione dell'andamento della reazione di polimerasi sia stato individuato correttamente.

In altre parole, per poter dire che dopo un certo numero di cicli si raggiunge un certo numero di molecole, una certa quantità di fluorescenza, occorrerà operare una comparazione con parametri *standard*, ovvero con un sistema in cui si conoscono perfettamente le condizioni, e i comportamenti del DNA di riferimento a concentrazioni scalari.

Tenuto conto che la sonda è calibrata in relazione all'obiettivo che il genetista si pone, se è posta su un *locus* autosomico, l'obiettivo sarà quantificare il DNA genomico totale; se posta sul cromosoma y, l'obiettivo sarà quantificare la quantità di DNA maschile.

Questi sistemi offrono il vantaggio di contenere al loro interno un IPC (*Internal PCR Control*, controllo interno di PCR), una sorta di DNA sintetico, a concentrazione fissa che viene amplificato in parallelo al campione, che consente di verificare, durante la reazione di PCR, che questa sia stata allestita correttamente: se i campioni producono risultati negativi per DNA umano, la positiva amplificazione del controllo

interno consente di verificare che tutti i componenti dell'amplificazione abbiano funzionato correttamente; in caso contrario, la mancata amplificazione dell'IPC potrebbe indicare il malfunzionamento della strumentazione e/o dei reagenti di amplificazione o la presenza di inibitori della reazione di PCR nel campione stesso<sup>19</sup>.

E', pertanto, un sistema che consente di dimostrare che la reazione abbia funzionato o meno.

In particolare, potrebbe accadere che la reazione sia avvenuta correttamente; altra possibilità è che il DNA umano non sia stato amplificato, ma la reazione è avvenuta (*reale negativo*); oppure che non si ottenga alcun risultato, neppure quello che era necessario che si ottenesse (*falso negativo*). Quest'ultimo caso, può esser causato o da un errore materiale dell'operatore, o dalla presenza all'interno di quell'estratto di sostanze che hanno inibito la reazione di PCR.

Si aggiunge, che la quantificazione è un *test* orientativo, ma non risolutivo: per esserlo dovrebbe determinare una quantificazione di tutti *loci* che si sottopongono ad analisi di PCR; situazione che potrebbe accadere, quanto non accadere; in ragione del fatto che alcuni *loci* possono essere analizzati meglio di altri, a causa della qualità del campione.

Per concludere, occorre evidenziare che importanza dirimente assume la scelta del *kit* da utilizzare: ogni strumentazione ha, infatti, delle caratteristiche diverse, e per scegliere l'una o l'altra il genetista deve conoscere entrambe.

Riemerge, ad ogni punto, l'attenzione per la professionalità e manualità dell'esperto, che dimostri di essere in condizioni di conoscere le opzioni percorribili, scegliere la migliore alternativa praticabile, fornire adeguata motivazione della scelta, e seguire un solido principio operativo: ai fini di un corretto e rigoroso utilizzo dell'indagine genetica in campo processuale, l'esperto non dovrà ricercare un risultato comunque ottenuto, ma ottenere un risultato, ancorchè non ottimale, in modo riproducibile, e soprattutto, dimostrabile.

Questo è ciò che distingue l'attività dell'esperto nel settore della ricerca scientifica; dall'operato dell'esperto a servizio della giustizia.

#### 4. *Amplificazione*

Art. 22 d. P.R. n. 87 del 2016 - *Amplificazione del DNA*.

---

<sup>19</sup> V. infra Cap. V, § 1.7.

1. Lo strumento impiegato è un termociclatore munito di certificazione sull'affidabilità dei cicli delle temperature utilizzate dal kit commerciale di amplificazione del DNA.

[...]

5. L'amplificazione di ogni singolo campione biologico deve essere effettuata attraverso l'uso di due kit commerciali che hanno per il medesimo locus una diversa sequenza di primers, al fine di evitare una non corretta assegnazione allelica.

6. I loci amplificati dai due kit commerciali si devono sovrapporre per almeno dieci loci.

7. L'amplificazione del DNA deve essere allestita con il controllo positivo presente nel kit ed un controllo negativo.

Una volta estratto, purificato e quantificato, il DNA, per poter essere studiato ed analizzato occorre che sia amplificato, ovvero sia replicato selettivamente quello specifico tratto.

Introdotta dall'americano Kary Mullis<sup>20</sup> nel 1985, la tecnologia che ha rivoluzionato l'indagine genetica è la più volte citata PCR, reazione a catena della polimerasi. Attraverso questo sistema è possibile generare una replicazione esponenziale di frammenti del DNA contenente i marcatori da analizzare.

Si tratta di una innovazione tecnologica che alla base ha un principio applicativo teorico estremamente semplice: sulla base di un enzima (*DNA polimerasi*, estratto da un batterio), e di filamenti singoli di DNA, (i *primers* o *inneschi*), è possibile riprodurre artificialmente innumerevoli copie del materiale genetico, ricreando le condizioni che consentono un abituale processo di duplicazione cellulare.

Le sequenze delle basi dei *primers* sono costruite in modo da essere complementari a quelle<sup>21</sup>, uniche, delle due regioni che fiancheggiano, a monte e a valle, il *locus* di interesse: i *primers* servono tanto a riconoscere lo specifico tratto di DNA di cui la polimerasi dovrà produrre le copie, quanto ad innescare il processo di amplificazione. In altre parole, tra i miliardi di paia di basi di cui si compone il DNA, i *primers* vanno a selezionare la zona di interesse costituita da frammenti di poche centinaia di basi, contenente il marcatore.

La reazione prevede un certo numero di cicli, ciascuno dei quali consta di tre fasi.

---

<sup>20</sup> K. MULLIS, F. FALOONA, S. SCHARF, et al. (1986) *Specific enzymatic amplification of DNA in vitro: the polymerase chain reaction*, in *Cold Spring Harb Symp Quant Biol* 51:263-273; K. MULLIS, F. FERRE, R.A. GIBBS, *The Polymerase Chain Reaction*. Birkhauser, Berlin, 1994.

<sup>21</sup> Il legame è automatico perché avviene sulla base della complementarità tra le basi azotate: adenina a timina (A-T); citosina a guanina (C-G); e viceversa. V. *retro* P. I, Cap. I., § 3.

La prima fase consiste nella denaturazione del DNA: il tratto di DNA che include il frammento da replicare (*DNA stampo*) ad una determinata temperatura si apre, dando luogo alla separazione dei due filamenti della doppia elica.

La seconda fase consiste nell'innesco dei *primers* che si appaiano elettivamente con le due regioni fiancheggianti il DNA stampo.

L'ultima fase, consiste nella reazione di polimerasi vera e propria: le molecole formate vengono a loro volta denaturate e i singoli filamenti che le compongono forniscono un sito di appaiamento per i *primers*, fungendo da stampo per una nuova sintesi di DNA. Al termine del ciclo, ciascuno dei due filamenti del DNA stampo è appaiato ad un filamento di nuova sintesi, così da ricostituire la doppia elica.

Ne consegue, un aumento esponenziale del numero delle copie della sequenza di interesse, perché il numero di molecole di DNA sarà duplicato ad ogni ciclo di PCR.

Determinante, per la buona riuscita di una PCR è la concentrazione di enzima introdotto nella miscela di reazione: una quantità eccessiva di DNA polimerasi riduce infatti la specificità dell'amplificazione stessa, favorendo la sintesi di DNA a partire da errate interazioni tra *primer* e stampo.

La regione di DNA che contiene il poliformismo diventerà in questo modo quantitativamente abbondante, e tale da consentire di analizzarne con precisione la sequenza.

I vantaggi della PCR sono, pertanto, così riassumibili<sup>22</sup>:

- l'elevata sensibilità, con la possibilità di analizzare quantità piccolissime di materiale biologico, teoricamente anche da una singola cellula;
- l'alta specificità, nel senso che la reazione può essere diretta all'amplificazione di DNA di provenienza umana e, soprattutto, di una particolare regione di interesse;
- la rapidità delle analisi;
- l'impiego di sostanze non radioattive, con conseguente minore esposizione dell'operatore al pericolo di radiazioni;
- il costo relativamente contenuto.

A ciò si aggiunge la possibilità di analizzare anche più marcatori per volta, mediate le reazioni c.d. *multiplex*, con l'uso di specifici *kit* commerciali: in questo modo si ricevono informazioni da molti marcatori genetici contemporaneamente, ottenendo un'elevata informatività – soprattutto a fronte di misture di DNA – all'interno di una sola reazione.

Il regolamento di attuazione n. 87 del 2016, prevede a tal proposito che, a fini della definizione del profilo genetico, ciascun campione biologico sia analizzato con due kit commerciali diversi, che abbiano almeno dieci marcatori (*loci*) in comune.

---

<sup>22</sup> Elencazione di U. RICCI – C. PREVIDERE' - P. FATTORINI – F. CORRADI, *La prova del DNA per la ricerca della verità*, cit., 129.



Evidenziati i vantaggi della rivoluzionaria tecnica della PCR, occorre altresì evidenziare che non mancano, tuttavia, i relativi svantaggi.

Il principale inconveniente, è, paradossalmente, dovuto proprio alla stessa sensibilità del metodo: fondamentale è la necessità di disporre di campioni biologici non troppo degradati e/o contenenti fattori inquinanti, perché in questo modo si rischia di amplificare anche il DNA estraneo.

Non è da escludere, inoltre, la possibilità che il materiale di supporto delle tracce può rilasciare sostanze in grado di inibire la polimerasi, ostacolando l'amplificazione: uno degli inibitori di più comune riscontro è contenuto nella stoffa dei jeans (*blue denim*).

Infine, altro limite è costituito dalle ridotte dimensioni dei frammenti di DNA ottenibili: non si può amplificare efficientemente segmenti di DNA superiori alle 2.000 bp. Pertanto, la PCR consente di tipizzare solo polimorfismi – di lunghezza o di sequenza – espressi da corti tratti di DNA.

Occorre evidenziare che la reazione di PCR richiede l'adozione di specifiche misure di sicurezza, allo scopo di evitare falsi positivi<sup>23</sup>. Innanzitutto, occorre verificare che il personale che opera in quel laboratorio e che abbia accesso ad esso sia personale tipizzato; l'ambiente in cui venga allestita sia diverso da quello in cui siano presenti i termociclatori; sia allestita in una cappa sterile dedicata a questo specifico utilizzo; di conseguenza, verificare che la reazione sia avvenuta in ambienti puliti (le aree in cui vengono maneggiati i DNA amplificati dovrebbero essere irradiate, al termine dell'attività, con luce ultravioletta); verificare che tutte le soluzioni e i reagenti siano sterili; verificare, pertanto, che l'operatore abbia posto in essere tutte le cautele necessarie per evitare pericoli di contaminazione.

Altro aspetto fondamentale, che non è sfuggito alla normativa del 2016, di fondamentale importanza, a fronte della dimostrabilità in campo processuale della corretta reazione di polimerasi, è quello relativo alla verifica di due tipologie di controlli interni: un controllo positivo ed uno negativo.

Ogni PCR dovrà essere allestita con un controllo presente nel *kit*, che contenga DNA di cui si conosce il profilo genetico, che sarà funzionale a confermare l'esito dell'esame a fronte del risultato atteso e già noto (il c.d. controllo positivo, di cui si

<sup>23</sup> S. KWOK, R. HIGUCHI, *Avoiding false positives with PCR*, in *Nature* 352, 1991, 237-238; Cfr. U. RICCI – C. PREVIDERE' - P. FATTORINI – F. CORRADI, *La prova del DNA per la ricerca della verità*, cit., 129.

accennava sopra, e l'importanza dello *standard* di riferimento); l'altro negativo, che contenga tutti i reagenti della reazione, eccetto il materiale biologico, eccetto, dunque, il DNA (in questo caso l'esito dell'esame, se corretto, non dovrà produrre alcun profilo genetico).

Si è notato, che l'analisi del DNA non esamina direttamente la traccia, ma una replicazione del tratto di interesse della stessa, ragion per cui si pone l'evidente necessità di assicurare l'affidabilità e la corretta amplificazione del DNA di partenza, per giungere alla tipizzazione del profilo genetico descrivendo, per ciascun marcatore, quali siano gli alleli che lo compongono.

## 5. *Elettroforesi*

Art. 23 reg. att. Banca Dati n. 87/2016 – *Lettura ed interpretazione del profilo di DNA.*

1. *La determinazione del profilo genetico deve avvenire utilizzando un sequenziatore automatico di acidi nucleici per la corsa elettroforetica dei frammenti di DNA e dotato di software dedicati alla successiva lettura ed interpretazione dei profili del DNA.*

2. *Per una corretta assegnazione allelica devono essere seguiti i seguenti criteri minimi standard;*

- a) *ogni corsa elettroforetica deve avere almeno un ladder allelico;*
- b) *in ogni corsa elettroforetica a ciascun campione di PCR deve essere associato uno standard interno di peso molecolare noto;*
- c) *l'assegnazione degli alleli di un profilo del DNA deve essere fatta solo se tutti i picchi dello standard di cui alla lettera b) sono stati correttamente assegnati;*
- d) *l'assegnazione degli alleli di ciascun profilo del DNA viene effettuata mediante software specifici;*
- e) *l'interpretazione del profilo del DNA deve essere effettuata da due persone distinte o dalla stessa persona in momenti diversi;*
- f) *i picchi denominati «stutter» devono avere un'altezza media non superiore al valore percentuale stabilito dalla validazione del kit utilizzato per quel locus.*
- g) *tutti i picchi dell'elettroferogramma devono essere distinti dalla linea di base.*

Con la fase dell'amplificazione si ha a disposizione un'ingente quantità di DNA, ma per poter analizzare e studiare tutti i frammenti occorre far riferimento ad altro sistema analitico: la corsa elettroforetica<sup>24</sup>.

In laboratorio si fa uso dei c.d. «sequenziatori automatici di acidi nucleici», finalizzati a determinare con precisione l'esatta dimensione dei frammenti con la reazione a catena della polimerasi. I sequenziatori utilizzati in genetica forense sono del tipo capillari, e in grado di garantire risultati di analisi anche di molti campioni in una singola sessione (detta *corsa* o *sessione elettroforetica*).

Mediante l'elettroforesi gli alleli possono essere visualizzati come picchi in un elettroferogramma o di bande su un gel, la cui informazione (taglia e quantità dei frammenti di DNA) deve essere convertita in un linguaggio comune per permettere il confronto dei dati tra i diversi laboratori.

In altre parole, si fa riferimento al *genotipo*, o *profilo genetico*, cioè l'allele, in caso di omozigosi, o gli alleli, in caso di eterozigosi, presenti in un campione a ogni *locus*, espresso con una serie di numeri che indicano il numero di ripetizioni *in tandem* presenti in ogni allele.

Per operare la conversione dell'elettroferogramma in profilo genetico occorre far ricorso a specifici *software*.

Le variabilità delle forme alleliche, si possono facilmente individuare perché i *primer* fiancheggianti, inseriti per la specifica reazione di PCR, sono stati marcati all'origine, con dei fluorocromi, eccitati da una sorgente *laser*. Mediante il rilevatore del sistema elettroforetico, ossia un apposito *detector*, i segnali emessi sono catturati e trasformati, tramite il *software* di analisi, in picchi elettroforetici.

Il genotipo risulta, quindi, composto da una serie di picchi di vario colore, distribuiti in orizzontale e contrassegnati, per l'appunto, con il termine poliformismo.

Per poter interpretare con precisione le dimensioni dei frammenti del campione, nella corsa elettroforetica – si ripete – si fa sempre migrare, quale parametro di riferimento, uno *standard* di peso molecolare noto.

Esistono poi dei *software* appositamente finalizzati alla separazione, sulla base delle diverse fluorescenze, delle varie componenti, ossia gli allei, per ciascun marcatore. In altre parole, ogni *locus* viene analizzato utilizzando un *primer* che emette una fluorescenza diversa originata da una sorgente *laser*. Questa fluorescenza viene rilevata dallo spettrografo che non fa altro che da specchio, convertendo il fotone in un segnale elettrico: si avrà così l'elettroferogramma finale, ovvero il risultato dell'analisi elettroforetica della sequenza di frammenti del DNA utilizzata per estrapolare il profilo.

---

<sup>24</sup> Cfr. U. RICCI, *D.N.A. Oltre ogni ragionevole dubbio*, cit., 206.

Ogni elettroferogramma porta un corredo informativo che sarà oggetto di valutazione ed interpretazione dell'analista, sulla base delle caratteristiche di ciascun marcatore.

I dati grezzi (detti *raw data*) ottenuti da questi sistemi di rilevazione, sono costituiti da una serie di picchi, oggetto dell'interpretazione dell'esperto; questi, in ogni caso, si serve di un idoneo *software* associato allo strumento.

### 5.1 *Le soglie interpretative*

L'interpretazione delle prove del DNA dipende anche dalla capacità dell'analista di confrontare accuratamente il profilo del DNA ottenuto da un elemento di prova e dal profilo del DNA *standard*. Questa interpretazione diventa progressivamente più difficile all'aumentare del numero di eventi come la perdita di alleli<sup>25</sup>.

In genere, vengono selezionate soglie analitiche per assicurare che la falsa rilevazione del rumore venga minimizzata.

Esiste una soglia di sensibilità che l'operatore deve scegliere in base ad un'apposita procedura di validazione interna, per l'identificazione di ciascun picco allelico. I picchi che superano la soglia verranno riconosciuti dal *software* di analisi e identificati come alleli; quelli al di sotto potrebbero essere confusi con il rumore di fondo strumentale e non saranno quindi riconosciuti come contributi del genotipo di quel campione.

Definire i criteri analitici interpretativi è fondamentale per qualsiasi tecnica di laboratorio.

I parametri di particolare interesse nella valutazione di un elettroferogramma, da definirsi sperimentalmente, sono<sup>26</sup>:

- la soglia analitica (*limit of detection*, LOD): consente di distinguere un allele dal rumore di fondo dello strumento. Con i sistemi *multiplex* oggi disponibili, i cui fluorocromi producono dei segnali molto contenuti di fluorescenza residua, è possibile ridurre tale valore, aumentando la capacità identificativa dell'elettroforesi. Convenzionalmente, tuttavia, non si utilizzano valori al di sotto dei 50 RFU;

- la soglia stocastica (*stochastic threshold*, ST): è un parametro particolarmente importante dell'esame di campioni esigui o degradati, dove si possono osservare sbilanciamenti significativi dei picchi. Esprime il valore al di sopra del quale è

---

<sup>25</sup> V. *infra* Cap. V, § 1.4.

<sup>26</sup> Si v. U. RICCI, *D.N.A. Oltre ogni ragionevole dubbio*, cit., 206.

ragionevole assumere che non sia avvenuta una amplificazione allelica (*drop-out* allelico);

- la soglia di linearità (*limit of linearity*, LOL): rappresenta il punto di saturazione dello strumento oltre il quale non vi è più linearità del segnale all'incremento della quantità di DNA amplificato.

## 5.2. *Ladder* allelici

Per l'attribuzione di ciascuna forma allelica occorre procedere al confronto con miscele di riferimento costituite da tutte le possibili forme conosciute, e così procedere a classificare esattamente il polimorfismo esaminato. Le miscele sono dette *ladder* allelici e fatte migrare per ciascuna corsa elettroforetica. La caratteristica del *ladder* è quella di contenere gran parte degli alleli conosciuti, ossia una miscela costituita dal DNA di molte persone, ciascuna con un proprio diverso profilo genetico: è un campione, una PCR sintetica che contiene tutti gli alleli presenti nella popolazione per quel determinato marcatore<sup>27</sup>.

Esistono *ladder* allelici associati ai *kit* per i marcatori del cromosoma Y che contengono miscele del DNA di molti uomini diversi; così come per i marcatori del cromosoma X, detti X-STR.

Il confronto e soprattutto la corretta identificazione di un allele è possibile grazie all'elevata robustezza, rigorosità e riproducibilità delle tecniche analitiche<sup>28</sup>.

I frammenti di DNA di identiche dimensioni, nella corsa elettroforetica si muoveranno in ugual modo, lo stesso accade per la corsa del *ladder* allelico contenente alleli noti.

Insieme al campione in esame, viene inserito nella corsa elettroforetica un campione negativo, che – ai fini di una buona riuscita del procedimento di analisi – non deve evidenziare alcun allele per i singoli marcatori e sul quale deve essere visibile solo lo *standard* di peso molecolare.

Di converso, il campione positivo analizzato all'interno di ogni singola reazione di PCR deve restituire sempre lo stesso profilo genetico, dimostrando così la genuinità della sessione analitica.

---

<sup>27</sup> Cfr. U. RICCI, *D.N.A. Oltre ogni ragionevole dubbio*, cit., 210.

<sup>28</sup> Cfr. Id., 210.

L'analisi fornisce, così, una visione oggettiva di quanto siano solidamente supportabili o meno le analisi del DNA. Il genotipo del campione di controllo è sempre, effettivamente e inesorabilmente, identico e riproducibile, a meno che non siano intervenuti problemi tecnici in qualche fase analitica<sup>29</sup>.

I genotipi, infine, vengono trascritti, in base ai singoli marcatori e all'assetto allelico relativo: questa la base su cui operare l'attività di interpretazione immediatamente successiva.

## 6. Interpretazione dei risultati

Art. 23 d.P.R. 87/ 2016 – *Lettura ed interpretazione del profilo di DNA.*

2. lett. e) *L'interpretazione del profilo del DNA deve essere effettuata da due persone distinte o dalla stessa persona in momenti diversi.*

La conversione dell'elettroferogramma in profilo genetico viene effettuata tramite dei *software*, ma i profili generati dai campioni devono essere interpretati<sup>30</sup>.

Proprio l'interpretazione, dipende dalla capacità dell'analista di confrontare accuratamente il profilo del DNA ottenuto e il profilo del DNA di uno *standard*. Questa interpretazione diventa progressivamente più difficile allorché aumenti il numero di eventi "*drop-out*" e "*drop-in*"<sup>31</sup>.

La capacità di valutare con precisione se un individuo noto è il contribuente di quella traccia biologica, dipende da un certo numero di fattori. Tra questi, il numero di contributori, la sensibilità del metodo<sup>32</sup>, la quantità di DNA disponibile per il *test*, la possibilità della perdita di un allele.

Il regolamento di attuazione della Banca Dati DNA n. 87 del 2016, prevede che l'interpretazione del profilo debba essere compiuta da due persone distinte o dalla stessa persona in due momenti diversi.

Non si può ritenere che tale previsione sia stata inserita con il semplice scopo di evitare errori di trascrizione, comunque possibili ma poco probabili a fronte di sistemi

---

<sup>29</sup> Cfr. Id., 213.

<sup>30</sup> J.S. BUCKLETON, J.A. BRIGHT, D. TAYLOR, *Forensic DNA Evidence Interpretation*, in 2nd ed. CRC Press, Boca Raton, 2016; J.M. BUTLER, *Advanced Topics in Forensic DNA Typing: Interpretation*, in Elsevier, 2014.

<sup>31</sup> V. *infra* Cap. V § 1.4.

<sup>32</sup> P. C. KELSEY et al., *Production of high-fidelity electropherograms results in improved and consistent DNA interpretation: Standardizing the forensic validation process*, in *Forensic Science International: Genetics*, 2017, Volume 31, 160 – 170.

attuali che consentono di trasmettere e trascrivere automaticamente i dati, riducendo gli errori dell'operatore.

La previsione normativa, invece, evidenzia la necessità che due esperti si confrontino sul risultato di tipizzazione del medesimo profilo genetico: a fronte della complessità nella interpretazione di alcuni tracciati, è necessario che il risultato di tipizzazione converga da parte di entrambi, al fine di ridurre la possibilità dell'errore umano.

Sono state sviluppate delle linee guida per l'interpretazione di profili genetici per assicurare che i risultati ottenuti siano affidabili, e ogni laboratorio dovrebbe sviluppare una sua strategia interpretativa basata su studi di validazione interni e sui risultati riportati in letteratura<sup>33</sup>.

Vengono riportate di seguito alcune delle linee guida più importanti per una corretta interpretazione degli elettroferogrammi<sup>34</sup>:

- bisogna assicurarsi di avere una buona matrice con cui analizzare i campioni in modo da evitare la comparsa di picchi di un determinato *locus* anche nei colori diversi da quello del fluorocromo con cui è marcato;
- a ogni *locus* sono presenti al massimo due picchi in un profilo non misto;
- bisogna stabilire un valore minimo per l'altezza dei picchi da considerare alleli e tutti i picchi al di sotto di tale valore vengono considerati rumore di fondo;
- gli alleli del campione non devono differire in taglia più di 0.5 bp dal corrispondente allele contenuto nel *ladder*, altrimenti vengono definiti *off-ladder* (OL);
- l'elettroferogramma deve mostrare picchi bilanciati, cioè di altezza comparabile; in particolare ai singoli *loci*, in presenza di eterozigosi, i picchi dovrebbero avere circa la stessa altezza. Per valutare il bilanciamento delle altezze dei picchi di uno stesso *locus* si calcola il rapporto tra l'altezza dell'allele più corto e quella dell'allele più lungo.
- bisogna considerare la percentuale massima dei picchi aspecifici (*stutter*) dovuti alla produzione, durante la PCR, di un prodotto di amplificazione più corto di una ripetizione rispetto al corrispondente allele.

Quando sorgono dei dubbi sul risultato di un'analisi il campione dovrebbe essere ri-analizzato: potrebbe essere sufficiente sottoporre un'altra aliquota dell'amplificato ad elettroforesi capillare, oppure potrebbe essere necessario ripetere l'analisi a partire dalle fasi precedenti (amplificazione e/o estrazione).

---

<sup>33</sup> *Scientific Working Group on DNA Analysis Methods, SWGDAM, 2000.*

<sup>34</sup> L'elencazione è contenuta in A. TAGLIABRACCI et al., *Introduzione alla genetica forense*, cit., 102.

## 7. *Analisi dei marcatori*

Art. 22 Decreto di attuazione della Banca Dati DNA n. 87/2016 – *Amplificazione del DNA*

3. *Le tipologie di marcatori che possono essere utilizzate nella tipizzazione del profilo del DNA per essere inseriti nella banca dati sono STR, Y-STR, X-STR e mtDNA secondo una codifica tecnica stabilita dal responsabile della banca dati in conformità alle decisioni del Consiglio dell'Unione europea n. 2008/615/GAI e n. 2008/616/GAI e successive modificazioni, nonché per finalità di collaborazione internazionale di polizia ai sensi dell'art. 12 della legge.*

4. *I marcatori impiegati per la definizione del profilo genetico utile per essere utilizzati nell'identificazione personale (loci autosomici) devono rispettare almeno i seguenti criteri:*

- a) essere variazioni di lunghezza o di sequenza, trasmessi con modalità mendeliana;*
- b) essere indipendenti;*
- c) avere un alto valore informativo, cioè avere un valore di eterozigosità superiore al 70%;*
- d) avere un numero sufficientemente alto di alleli presenti nella popolazione.*

I marcatori di ripetizione *tandem* (STR), sono i marcatori genetici scelti nell'analisi del DNA forense, per varie motivazioni, già esposte<sup>35</sup>, tra le quali la loro natura multiallelica che, offrendo molte possibili combinazioni di genotipi, può aiutare l'interpretazione della miscela di DNA<sup>36</sup>. Essi rappresentano la pietra angolare dell'analisi forense del DNA, e, per via dell'inserimento nei database esistenti, difficilmente si ritiene possano essere sostituiti nel prossimo futuro<sup>37</sup>.

La disponibilità di *kit* commerciali fabbricati da ditte diverse, consente di effettuare tipizzazioni con sistemi alternativi, pur, però, rispettando quanto previsto dal regolamento di attuazione, ossia la condivisibilità di almeno dieci marcatori.

La variabilità dei marcatori autosomici, combinata alle modalità di trasmissione mendeliana, si riflette nella bassa probabilità di individuare due soggetti che, per sola

---

<sup>35</sup> V. *supra* Cap. II, § 3 ss.

<sup>36</sup> J.M. BUTLER, COBLE, M., P.M. VALLONE, *STRs vs. SNPs: thoughts on the future of forensic DNA testing*, *Forensic Sci, Med. Pathol*, cit, 200-205.

<sup>37</sup> J.M. BUTLER, *The future of forensic DNA analysis*, *Phil. Trans. R. Soc. B* (2015).



combinazione casuale, condividano lo stesso profilo genetico. Il genotipo di un soggetto rappresenta, infatti, il risultato complessivo, di tutti i *loci* esaminati nella loro interezza. Dalla comparazione tra profili provenienti da più campioni è possibile, infatti, riscontrare compatibilità parziali per alcuni *loci*, che hanno carattere di casualità, esattamente come è possibile che due persone non imparentate abbiano lo stesso gruppo sanguigno<sup>38</sup>.

Per giungere all'esito dell'indagine genetica, occorre un accurato studio di genetica di popolazioni e di statistica, come si vedrà nel prosieguo: l'identificazione personale sarà frutto di un confronto relativo alle caratteristiche di ciascun marcatore genetico, per il quale sia risultata la compatibilità con il profilo in esame.

L'impiego di *kit* commerciali in grado di analizzare simultaneamente, in una singola reazione, molti marcatori del DNA, è particolarmente utile, perché è, così, possibile acquisire una grande quantità di informazioni a partire da una piccola quantità di materiale genetico di partenza in un singolo esame<sup>39</sup>.

#### 7.1. *Y-STR e X-STR*

Si è già accennata la caratteristica del cromosoma Y, quale particolare cromosoma peculiare dell'individuo maschile ed, in quanto tale, ereditato esclusivamente per via paterna: tutti gli uomini possiedono il cromosoma Y del proprio padre biologico.

Anche tale cromosoma è connotato da una particolare variabilità, infatti, su di esso sono presenti numerosi *loci* polimorfici, tant'è che in fase di espansione è il loro utilizzo nella pratica forense.

I marcatori di riferimento, indicati anche dal regolamento di attuazione della banca dati n. 87/2016, sono gli Y-STR.

Poiché in ogni cellula maschile è presente una sola copia del cromosoma Y per ogni campione biologico, si ottengono profili con un unico allele, con un tipico assetto detto *emizigote*. Si registrano dei profili semplici o complessi, a seconda se si esaminino uno o più marcatori contemporaneamente, da confrontare con dei riferimenti conosciuti, costituiti da *ladder* allelici provenienti da individui maschili<sup>40</sup>.

In genetica forense, l'utilizzo degli Y-STRs può offrire un valido supporto, anche semplicemente integrativo allo studio dei polimorfismi autosomici, qualora si tratti di identificare un soggetto di sesso maschile; oltre che essere utile nell'analisi di reperti che contengono misture cellulari uomo-donna.

---

<sup>38</sup> In questi termini U. RICCI, *D.N.A. Oltre ogni ragionevole dubbio*, cit. 221.

<sup>39</sup> Cfr. Id., 223.

<sup>40</sup> Cfr. Id., 225.

Ma quando un profilo Y-STR è la principale informazione genetica disponibile, come può essere assegnato un valore ad una determinata corrispondenza per affidarne un relativo peso e per comunicarne la sua importanza in termini di identificazione e, quindi, discriminazione? Per comprendere questo processo è indispensabile ricordare che i marcatori forensi Y-STR sono collegati tra loro a causa della loro posizione sulla parte non ricombinante del cromosoma e devono essere considerati insieme come il gruppo chiamato *aplotipo*. L'accesso a *database* di riferimento appropriati è fondamentale per l'interpretazione di un *match* (di probabilità) Y-STR, poiché la stima della frequenza di un profilo, è valutata direttamente in riferimento ai dati di popolazione<sup>41</sup>.

Considerazioni simili possono rivolgersi in relazione allo studio del cromosoma X. L'X-STR trova maggiormente impiego quando si tratti di individuare la componente femminile in una mistura donna-uomo, per esempio ricercando la componente di un aggressore femminile sotto le unghie di una vittima maschile.

Esiste un progetto europeo per lo studio del cromosoma X a scopo forense<sup>42</sup>, nel quale sono presenti informazioni riguardo alle frequenze geniche, alle pubblicazioni più recenti, e alle tecniche analitiche più attuali<sup>43</sup>.

## 8. *Il DNA mitocondriale*

Si è già detto<sup>44</sup> che le applicazioni, rispetto al DNA nucleare, sono ridotte sia come tipologia, sia come potere discriminativo, ma le particolari caratteristiche biologiche, quali l'elevato numero di copie e l'assenza di ricombinazione, rendono l'utilizzo dell'mtDNA indispensabile nell'analisi di reperti in cui il materiale cellulare è ridotto, oppure è stato sottoposto a fenomeni di degradazione.

Si ricorda che anche se le tecniche attuali permettono di sequenziare l'intero mtDNA, per gli scopi identificativi occorre soffermarsi sulla regione del *d-loop*, regione, in più, particolarmente sensibile alle mutazioni.

La tecnica utilizzata consiste nel leggere singolarmente tutte le basi che compongono la sequenza di uno specifico tratto genetico, mediante l'utilizzo di sequenziatori automatici di acidi nucleici, le cui sequenze ottenute rappresentano le variazioni rispetto alle sequenze di riferimento.

---

<sup>41</sup> J.S. BUCKLETON, M. KRAWCZAK, B.S. WEIR, *The interpretation of lineage markers in forensic DNA testing*, in *Forensic Sci. Int. Genet.*, 5 (2011), pp. 78-83; Scientific Working Group on DNA Analysis Methods, *Interpretation Guidelines for Y-Chromosome STR Typing by Forensic DNA Laboratories*, Scientific Working Group on DNA Analysis Methods (2014), pp. 1-20.

<sup>42</sup> [www.chrx-str.org](http://www.chrx-str.org)

<sup>43</sup> Cfr. U. RICCI, *D.N.A. Oltre ogni ragionevole dubbio*, cit., 228.

<sup>44</sup> V. *supra* Cap. I, § 4; Cap. II, § 8.

Recentemente sono state pubblicate nuove linee guida da parte dell'ISFG per le analisi e l'interpretazione di profili mitocondriali, contenenti tra l'altro sedici raccomandazioni alle quali è necessario adeguarsi. E bene considerare che si tratta di un esame particolarmente complesso che richiede dotazioni particolari dei laboratori, in termini di adeguatezza delle strutture e soprattutto di controllo delle contaminazioni<sup>45</sup>.

A causa della bassa variabilità tra le popolazioni, l'esame dell'mtDNA, potrà utilmente essere integrata dalla analisi effettuata per i marcatori autosomici. In altri termini, potrebbero verificarsi risultati di compatibilità tra un reperto e un sospetto, non già per l'effettiva provenienza della traccia da quell'individuo, ma perché per esempio il vero donatore è un soggetto imparentato lungo la linea materna, oppure il profilo mtDNA è ampiamente diffuso in quella popolazione, così da essere presente anche in persone non correlate nelle generazioni più recenti<sup>46</sup>.

---

<sup>45</sup> In questi termini, U. RICCI, *D.N.A. Oltre ogni ragionevole dubbio*, cit., 229.

<sup>46</sup> Cfr. Id., 230, «In definitiva, l'esame dell'mtDNA, come quello del cromosoma Y, è particolarmente utile per le esclusioni, mentre i casi di compatibilità richiedono veramente grande attenzione nella formulazione dei risultati d'identità».

## CAPITOLO V

### PROBLEMI INTERPRETATIVI NELLA TIPIZZAZIONE DEL PROFILO GENETICO

#### 1. *Profili genetici complessi*

Uno degli aspetti più controversi, che necessita di standardizzazione e di ricerca, è la valutazione statistica dei profili complessi del DNA: un compito molto impegnativo che talvolta porta a opinioni controverse su numerosi approcci per la stima del peso della prova del DNA.

La difficoltà nell'interpretazione è aumentata progressivamente negli ultimi anni, ciò in ragione del progresso tecnologico e scientifico, che ha predisposto strumenti di biologia molecolare per il genetista forense sempre più sensibili al rilevamento di tracce di DNA a basso template. Così il numero dei profili parziali e delle miscele di DNA, da due o più contributori, è aumentato in modo significativo in contesti processuali, e di riflesso aumentato il numero di casi giudiziari controversi.

I problemi maggiori, pertanto, sorgono quando il campione di interesse è in condizioni non ottimali. Potrebbe risultare compromesso per varie ragioni: può esser presente poco DNA intatto o di bassa qualità, perché il campione è stato sottoposto a fenomeni di degradazione; o ci può essere abbondanza di DNA, ma la componente di interesse di questo è una frazione molto piccola del totale. In queste situazioni, i profili possono essere definiti *Low Copy Number*, ovvero campioni a basso numero di copie.

L'interpretazione dei tracciati, in questi casi, si rende maggiormente complessa<sup>1</sup> poiché non contengono sempre tutte le informazioni genotipiche di ciascun contributore: alla perdita di informazioni genetiche corrisponde il verificarsi di effetti stocastici a seguito dell'amplificazione PCR. IL rischio è quello del verificarsi di numerosi artefatti, in termini di squilibri di picco tra alleli e *loci*, e fenomeni di *drop-out* o *drop-in* allelico (rispettivamente scomparsa di un allele o presenza di un allele in più)<sup>2</sup>.

Diversi paesi hanno istituito commissioni nazionali per sviluppare delle raccomandazioni tese ad affrontare i problemi connessi con l'interpretazione

---

<sup>1</sup> A. CARRACEDO, et al., *Focus issue - Analysis and biostatistical interpretation of complex and low template DNA samples*, in *Forensic Science International: Genetics*, 2012, Volume 6 , Issue 6 , 677 – 678.

<sup>2</sup> P. GILL, *Application of low copy number DNA profiling*, in *Croat. Med. J.*, 42 (3) (2001), 229-232.

complessa della prova del DNA<sup>3</sup>. Il numero delle pubblicazioni scientifiche e conferenze internazionali sull'argomento è in continua crescita negli ultimi anni<sup>4</sup>.

Essendo consapevoli dell'importanza del problema, l'ISFG ha istituito una commissione di DNA le cui raccomandazioni sull'interpretazione delle miscele<sup>5</sup> hanno fissato il rapporto di probabilità (LR)<sup>6</sup> come principio fondamentale da utilizzare per l'interpretazione, al fine di fornire indicazioni preliminari sulla valutazione di profili più complessi, in cui gli effetti stocastici derivanti da basso template provocano uno squilibrio allelico; e di considerare, altresì, le contaminazioni causate dall'analisi di laboratorio (*drop-in* allelico).

Tuttavia, la possibilità di notare l'assenza di picchi allelici che dovrebbero esser presenti, l'apparizione di picchi inaspettati e la variabilità dell'altezza di quelli che compaiono, comprensibilmente suscita preoccupazione, nel mondo scientifico; a maggior ragione dovrebbe destarne anche sul versante processuale.

Indiscusso punto di partenza, in queste tutt'altro che infrequenti situazioni problematiche, è l'attenzione dell'esperto rivolta non tanto, o non soltanto, alla correttezza dell'analisi e dell'interpretazione finale; quanto piuttosto alla sincerità di una accurata descrizione iniziale.

Il primo passo fondamentale, che nel processo non deve sfuggire, è la necessaria descrizione del profilo in relazione alla potenzialità delle informazioni che è in grado di rendere.

Un profilo di buona quantità e qualità – perché non degradato, o con un solo contributore, o con un basso numero di contributori – sarà descritto come avente potenzialmente un elevato contenuto informativo circa il genotipo del donatore.

---

<sup>3</sup> N. MORLING, I. BASTISCH, P. GILL, P.M. SCHNEIDER, *Interpretation of DNA mixtures-European consensus on principles in Forensic Sci. Int. Genet.* 2007; 1: 291–292; SWGDAM, 2010 SWGDAM *interpretation guidelines for autosomal STR typing by forensic DNA testing laboratories*; consultabile all'indirizzo: <http://www.fbi.gov/about-us/lab/codis/swgdam.pdf>.

<sup>4</sup> Una importante conferenza internazionale "Il lato nascosto dei profili del DNA" si è svolta a Roma dal 27 al 28 aprile 2012, ospitata dall'Istituto di medicina legale dell'Università Cattolica. Si v. V. PASCALI, M. PRINZ, *Il lato nascosto dei profili del DNA. Artefatti, errori e prove incerte*, in *Scienze Forensic. Int. Genet.* 2012; 6: 775-777.

<sup>5</sup> P. GILL, C.H. BRENNER, J.S. BUCKLETON, A. CARRACEDO, M. KRAWCZAK, W.R. MAYR, N. MORLING, M. PRINZ, P.M. SCHNEIDER, B.S. WEIR, *DNA Commission of the International Society of Forensic Genetics: recommendations on the interpretation of mixtures*, in *Forensic Sci. Int.* 2006; 160: 90–101; P. GILL, et al., *DNA commission of the International Society of Forensic Genetics: recommendations on the evaluation of STR typing results that may include drop-out and/or drop-in using probabilistic methods*, in *Forensic Sci. Int. Genet.* 2012; 6: 679–688.

<sup>6</sup> V. *infra* Cap. VI, § 2.2. e ss.

Di converso, dinanzi ad un campione degradato, con basso template o con due o più contributori, bisognerà – con professionalità non minore rispetto a quella con cui si svolgeranno le successive analisi ed interpretazioni, tese ad avvalorare i risultati – affermare in partenza che si è dinanzi ad un’analisi che nasce complessa: occorrerà con precisione descrivere in principio il campione, le cui informazioni sul genotipo dei donatori – rispetto al precedente – ha un potenziale contenuto informativo e correlata potenzialità discriminativa, inferiori.

### 3.2. *Problemi legati all’uso di microsatelliti: gli artefatti di analisi*

Prima di entrare nelle tematiche del DNA degradato, a basso numero di copie, e interpretazione dei profili misti, si passano in rassegna le problematiche legate all’uso dei marcatori STRs.

Può accadere, infatti, che gli elettroferogrammi possono a volte contenere extra-picchi<sup>7</sup>, ulteriori rispetto a quelli degli alleli di interesse, causati, per l’appunto, dalle caratteristiche biologiche degli STRs e dalla specifica tecnologia utilizzata per l’analisi di prodotti di amplificazione marcati con fluorocromi.

Di fondamentale importanza è che l’esperto sappia riconoscere questi picchi, distinguendoli dagli alleli del profilo genetico del donatore.

Si potranno, pertanto, verificare degli artefatti per mezzo di picchi negli elettroferogrammi (c.d. *pull-up peaks*) in cui sia stata amplificata una quantità di DNA eccessiva: in tale ipotesi il *software* di analisi non riesce a separare le emissioni dei vari fluorocromi, con il risultato della presenza di picchi di altri colori, della stessa taglia del picco allelico.

Altri artefatti sono gli *spikes*, ovverosia picchi alti e stretti presenti in tutti i colori nella medesima posizione del picco allelico.

I più comuni extra-picchi riscontrabili in un elettroferogramma di STRs, sono le *stutter*: piccoli picchi, solitamente più corti di una ripetizione rispetto al picco allelico, o talvolta, con una ripetizione in più. Le *stutter* sono il risultato del processo di slittamento e di errato appaiamento a livello della regione ripetuta dei due filamenti di DNA durante la reazione di PCR.

La presenza di *stutter* influenza l’interpretazione dei profili genetici, soprattutto nel caso in cui si ha a che fare con una traccia di più contributori (traccia mista). Questo perché, tali artefatti, hanno la stessa lunghezza di un vero allele, tanto da risultare difficile stabilire se un picco sia effettivamente un allele proveniente da un contribuente minoritario, o una *stutter*.

---

<sup>7</sup> Cfr A. TAGLIABRACCI et al., *Introduzione alla genetica forense*, cit., 103 s.

Ogni *locus* ha una diversa percentuale media di formazione di *stutter*, processo che è influenzato dalla natura delle sequenze fiancheggianti, dalla regione e unità ripetuta: le ripetizioni *di-* e *trinucleotidiche* hanno una maggiore propensione alla formazione di *stutter* rispetto alle ripetizioni *tetra-* e *pentanucleotidiche*, e questa è una delle ragioni per cui gli STRs utilizzati in ambito forense hanno ripetizioni *tetra-* e *pentanucleotidiche*<sup>8</sup>.

### 3.3. *Microvarianti e alleli off-ladder*

Quando gli alleli differiscono dalle forme più comuni per una o più coppie di basi, a causa di inserzioni, delezioni o cambiamenti nucleotidici, si parla delle c.d. *microvarianti alleliche*.

Quanto queste non sono contenute nel *ladder* allelico, perchè si presentano con una taglia diversa da quella degli alleli contenuti nel *ladder*, vengono anche definite *off-ladder* e su di esse non viene effettuata automaticamente l'assegnazione allelica dal *software* di genotipizzazione.

La presenza di microvarianti deve essere verificata sottoponendo nuovamente l'amplificato a elettroforesi capillare e riamplicando il campione<sup>9</sup>.

### 3.4. *Loci tri-allelici*

Talvolta in un singolo profilo genetico si possono osservare tre alleli presenti a un singolo *locus* STR, rispetto ai soli due picchi allelici attesi di origine materna e paterna.

I picchi, in questo caso possono essere il risultato di una mistura, quanto non esserlo e derivare dalla presenza di un frammento extra-cromosomico nel campione, dalla duplicazione della regione di *annealing* dei *primers* in uno dei cromosomi; o da trisomie (ad esempio un soggetto con la sindrome di Down potrà presentare un *pattern* tri-allelico al *locus* D21S11).

I tre picchi di solito hanno un'altezza confrontabile, ma a volte possono mostrare uno sbilanciamento.

Si possono osservare più di 50 differenti *patterns* tri-allelici per i 13 loci del CODIS ([www.cstl.nist.gov/biotech/strbase/var\\_tab.htm](http://www.cstl.nist.gov/biotech/strbase/var_tab.htm)).

---

<sup>8</sup> In questi termini, Id., 103 s.

<sup>9</sup> Cfr. Id., 106.

Ragion per cui, quando l'esperto osserva tre picchi, dovrà motivare accuratamente l'esclusione di ipotesi di *loci* tri-allelici riferibile pur sempre ad un unico contributore, prima di assumere l'ipotesi alternativa che si tratti di una traccia mista con due donatori.

### 3.5. *Allele drop-out e alleli nulli*

Il fenomeno definito *allele drop-out*, è generato da mutazioni o polimorfismi nella regione di *annealing* dei *primers*, a livello di uno dei due cromosomi; o a causa di scarsa quantità di DNA.

Il fenomeno è rappresentato dalla perdita di un allele: in realtà, l'allele nel campione esiste, ma non viene amplificato e, dunque, rilevato perché i *primers*, a causa delle mutazioni o dei polimorfismi presenti, non riescono a legarsi al filamento complementare e non vengono, perciò, allungati dalla polimerasi; per questa ragione viene chiamato *allele nullo*<sup>10</sup>.

Evenienza da non trascurare, tenuto conto che, per via della perdita dell'allele, potrebbe accadere che un campione eterozigote in un determinato *locus*, appaia di fatto omozigote.

«Gli alleli nulli sono stati scoperti osservando che amplificando uno stesso campione con coppie di *primers* diversi si ottenevano profili diversi. Gli alleli nulli non sono un problema per i laboratori che utilizzano gli stessi *primers* per amplificare i campioni di riferimento e le tracce, perché il materiale biologico proveniente da uno stesso individuo avrà sempre lo stesso profilo. [Tuttavia] gli alleli nulli possono invece causare problemi nel caso dell'utilizzo di un database che raccolga profili genetici ottenuti con *kit* commerciali differenti: campioni di DNA appartenenti a uno stesso individuo tipizzati con coppie di *primers* diverse possono presentare profili genetici diversi se sono presenti alleli nulli, risultando in una falsa esclusione. Fortunatamente gli alleli nulli sono rari perché le regioni fiancheggianti degli STR sono piuttosto stabili»<sup>11</sup>.

### 3.6. *Mutazioni*

---

<sup>10</sup> Cfr. Id., 106.

<sup>11</sup> Cfr. Id., 106.



Come in qualsiasi regione di DNA, anche ai *loci* STR possono verificarsi delle mutazioni<sup>12</sup>. Queste possono essere di due tipi: il cambiamento di una singola base (*mutazione puntiforme*) o il cambiamento della lunghezza della regione ripetuta.

Il meccanismo molecolare alla base delle mutazioni degli STRs sembra coinvolgere il fenomeno di slittamento dei filamenti durante la replicazione (come per le *stutter*) o difetti alla base dell'apparato di riparazione del DNA<sup>13</sup>.

La stima del tasso di mutazione di un *locus* STR può essere effettuata analizzando la trasmissione allelica dai genitori ai figli<sup>14</sup>: una differenza allelica tra i genitori e il figlio è indice di mutazione.

La mutazione è un argomento di ricerca intensa e solleva importanti problemi soprattutto per le applicazioni in campo forense. Il problema di porre con maggiore rilevanza, non tanto quando si tratti di dimostrare ma non sopravvenienza della mutazione, quanto, piuttosto, si tratti di invocare l'avvenuto verificarsi della stessa<sup>15</sup>.

### 3.7. DNA degradato

Non è infrequente che l'esperto forense si trovi a dover effettuare analisi genetiche su un campione degradato: la frammentazione del DNA o le modifiche strutturali che possono verificarsi durante il processo di decomposizione, o l'esposizione del DNA a condizioni ambientali sfavorevoli, possono avere l'effetto di danneggiare la traccia e, con ciò, alterare i risultati delle procedure analitiche.

Affinchè il DNA possa essere amplificato tramite PCR, è necessario che il DNA stampo sia integro a livello dei siti di *annealing* dei *primers* e nella regione compresa tra essi.

A fronte di tale frammentazione, il rischio è quello di una scarsa resa della PCR, in virtù della correlazione inversa che collega la dimensione del *locus* alla probabilità di successo della reazione a catena con campioni di DNA degradato: i *loci* con gli ampliconi più lunghi, sono i primi a subire il fenomeno del *drop-out*.

Gli STRs utilizzati in ambito forense sono di dimensioni molto ridotte, perciò si riduce la probabilità di un insuccesso nell'amplificazione per via della frammentazione

---

<sup>12</sup> K.SLOOTEN, F.RICCIARDI, *Estimation of mutation probabilities for autosomal STR markers*, in *Forensic Science International: Genetics*, 2013, Volume 7, Issue 3, 337-344; B. BRINKMANN, M. KLINTSCHAR, F. NEUHUBER, J. HÜHNE, B. ROLF, *Mutation Rate in Human Microsatellites: Influence of the Structure and Length of the Tandem Repeat*, in *AJHG*, 1998, volume 62, Issue 6, 1408-1415.

<sup>13</sup> A. TAGLIABRACCI et al., *Introduzione alla genetica forense*, cit., 109 s.

<sup>14</sup> Cfr. Id., 109; Cfr. I. SIMONSSON, P. MOSTAD, *Stationary mutation models*, in *Forensic Science International: Genetics*, 2016, Volume 23, 217-225.

<sup>15</sup> N. PINTOA, L. GUSMÃO, A. AMORIM, *Mutation and mutation rates at Y chromosome specific Short Tandem Repeat Polymorphisms (STRs): A reappraisal*, in *Forensic Science International: Genetics*, 2014, Volume 9, 20-24.

del campione. Difatti, per l'analisi del DNA degradato sono state messe a punto delle PCR multiple utilizzando coppie di *primers* a ridosso della porzione ripetuta degli STRs in modo da ridurre al minimo le dimensioni degli ampliconi per aumentare la probabilità di ottenere un profilo genetico completo.

I *loci* analizzati con questa strategia sono stati chiamati “mini-STRs”<sup>16</sup>, proprio per le ridotte dimensioni.

Ciò non toglie che occorre avere la consapevolezza dei percorsi e dei meccanismi di degradazione del DNA, in quanto ciò contribuirebbe alla scelta dei campioni *target* più appropriati e alla progettazione di tecniche specifiche per il campionamento, la conservazione, la purificazione<sup>17</sup>.

La presa di coscienza del fenomeno che ha condotto al degrado del DNA potrebbe contribuire alla migliore interpretazione dei risultati. Ragione per cui, ai fini della rigurosità della ricerca scientifica portata nel processo, l'esperto dovrà non soltanto appurare l'avvenuta degradazione, ma – in fase descrittiva prima ancora che analitica – indagare, altresì, le ragioni della degradazione stessa.

Una affermazione è indubbia: con campioni di DNA altamente degradato non si possono ottenere profili STR completi: si perde tanta più informazione quanto più massiccia è la degradazione. L'interpretazione di un profilo genetico derivante da DNA degradato è resa difficoltosa e richiede particolare attenzione perché potrebbero essere rilevati *loci* omozigoti quando, in realtà, potrebbero essere invece *loci* eterozigoti in cui si è verificato un *drop-out* allelico<sup>18</sup>.

Se si dispone di materiale a sufficienza sarebbe bene ripetere le analisi per ridurre al minimo le possibilità di ottenere un profilo non corretto, perché al pari di un residuo chimico altamente reattivo, il DNA è il bersaglio di diversi agenti fisici e reazioni chimiche. Numerose modifiche di frammenti di DNA o di varie sostanze accumulabili nel tessuto durante il processo di decadimento e co-estrazione successiva, possono influenzare gli esiti dell'amplificazioni e quindi l'esito delle analisi di identificazione basate sui tali frammenti.

---

<sup>16</sup> JM BUTLER, MD COBLE, *Characterization of new MiniSTR loci to aid analysis of degraded DNA*, cit., 1-11; J. BUTLER, Y. SHEN, B.R. MCCORD, *The development of reduced size STR amplicons as tools for analysis of degraded DNA*, in *J. Forensic Sci.* 2003; 48: 1054–1064; alcuni metodi si basano sull'utilizzo dei poliformismi a singoli nucleotidi (SNPs) che rappresentano approcci alternativi all'analisi forense di campioni impegnativi, si v. R. POMEROY, G. DUNCAN, B. SUNAR-REEDER, E. ORTENBERG, M. KETCHUM, H. WASILUK, D. REEDER, *A low-cost, high-throughput, automated single nucleotide polymorphism assay for forensic human DNA applications*, in *Anal. Biochem.* 2009; 395: 61–67.

<sup>17</sup> R. ALAEDDINI, S. J. WALSH, A. ABBAS, *Forensic implications of genetic analyses from degraded DNA-A review*, in *Forensic Science International: Genet*, 2010, volume 4, numero 3, 148 – 157.

<sup>18</sup> Cfr A. TAGLIABRACCI et al., *Introduzione alla genetica forense*, cit., 110 s.

### 3.8. *Inibizione*

Come si accennava precedentemente, la reazione a catena della polimerasi può essere compromessa dalla presenza di inibitori nel campione da analizzare. Si tratta di sostanze presenti nel campione stesso o a livello dei substrati su cui è stata depositata una traccia, che vengono co-estratte con il DNA e ne impediscono l'amplificazione. Gli inibitori possono interferire con il processo di lisi cellulare nella fase di estrazione; possono provocare la degradazione del campione; possono impedire la corretta resa e attività della PCR.

Anche in questo caso il prodotto dell'amplificazione in cui sono presenti fattori di inibizione è un profilo parziale, con la perdita dei *loci* a più alto peso molecolare, come – si vedrà nel prosieguo – nel caso del DNA degradato; o, talvolta, si otterrà un profilo completamente negativo: ciò è facilmente intuibile perché si perde una quantità di informazione che è direttamente proporzionale alla presenza di più o meno fattori di inibizione.

Tuttavia possono essere posti in essere delle cautele e accorgimenti per ridurre la possibilità di effetti inibitori: tra questi, il DNA estratto può essere diluito prima dell'amplificazione in modo da ridurre anche la concentrazione degli inibitori; in alternativa, può essere aggiunta una quantità maggiore di *Taq* polimerasi.

Sul versante processuale, il percorso che porta a definire i risultati della prova del DNA dovrebbe, pertanto, escludere che – nel caso di specie – abbiano operato effetti inibitori, sulla base della dimostrazione o di una totale assenza, e quindi della riproducibilità del risultato; o la dimostrazione di aver posto in essere tutti gli accorgimenti necessari per evitare tale inibizione.

### 4. *DNA con basso numero di copie*

I campioni detti *Low Copy Number* (LCN), o *Low Template* (LT), presentano un notevole livello di difficoltà, conducendo, talvolta, a risultati controversi.

La complessità è avvertita anche a livello internazionale: l'FBI nel 2001 ha raccomandato di farne uso solo in casi particolari, quali l'identificazione di resti

scheletrici di persone scomparse<sup>19</sup>; e negli Stati Uniti discussa è l'ammissibilità nel processo di analisi basate sul basso numero di copie del DNA, mancando un accordo nella comunità scientifica riguardo a procedure ed interpretazione statistica.

Generare profili a partire da poche copie di DNA pone il problema fondamentale di una corretta interpretazione del risultato.

Uno dei più valenti scienziati nel settore, Peter Gill, ha proposto una definizione alternativa di *trace*-DNA in un modo che lui stesso definisce, volutamente, vago: «è definito *trace*-DNA ogni campione nel quale vi sia incertezza riguardo al fatto che possa essere associato con lo stesso evento criminale, così che sia possibile che il trasferimento possa essere avvenuto prima del delitto (*innocent transfer*) o dopo il delitto (*investigator mediated*)»<sup>20</sup>.

Non solo l'esiguità delle tracce – si è visto – anche la presenza di contaminanti e inibitori e degradazione ambientale, sono tutte cause per le quali gli esperimenti possono produrre profili genetici parziali o incompleti, nei quali non è univoca l'interpretazione del corretto profilo genetico e per i quali, talvolta, è impossibile distinguere gli artefatti dal DNA originale<sup>21</sup>.

Vari esami sperimentali dimostrano che tali campioni, pur derivando da una medesima origine, possono dare risultati analitici diversi, «il che è a dir poco inquietante parlando di identificazione personale»<sup>22</sup>.

In questi casi il metodo di amplificazione enzimatica, condurrebbe a prodotti di PCR non in grado di riprodurre esattamente il genotipo del campione originario.

Si è, però, osservato che gli errori dell'enzima DNA polimerasi sono aspecifici, quindi casuali, e si manifestano con una probabilità non superiore allo 0,3%; pertanto, se una forma allelica è davvero presente in un estratto ottenuto da una traccia, è prevedibile osservarla se l'esperimento sarà ripetuto; viceversa, se un allele si è generato per un errore, sarà improbabile visualizzarlo in due esperimenti indipendenti.

Per questa ragione, si sono sviluppate tecniche analitiche specifiche, accompagnate dall'emissione di linee guida da parte della comunità forense<sup>23</sup>.

---

<sup>19</sup> B. BUDOWLE et. al., *Validity of Low Copy Number Typing and Applications to Forensic Science*, in *Croat. Med. J* (2009) 50, 207-217.

<sup>20</sup> P. GILL, *Application of low copy number DNA profiling*, cit., 229-232; P. GILL, J. WHITAKER, C. FLAXMAN et al. (2000) *An investigation of the rigor of interpretation rules for STRs derived from less than 100 pg of DNA*, in *Forensic Sci Int* 112(1):17-40; cfr. U. RICCI, D.N.A. *Oltre ogni ragionevole dubbio*, cit., 239.

<sup>21</sup> Cfr. O. FATTORINI et. al., *Estimating the integrity of aged DNA samples by CE*, in *Electrophoresis* (2009)30, 3986-3995; cfr. U. RICCI, D.N.A. *Oltre ogni ragionevole dubbio*, cit., 238.

<sup>22</sup> Cfr. U. RICCI, D.N.A. *Oltre ogni ragionevole dubbio*, cit., 238.

<sup>23</sup> Cfr. Id., 239; P. GILL, C.H. BRENNER, J.S. BUCKLETON, A. CARRACEDO, M. KRAWCZAK, W.R. MAYR, N. MORLING, M. PRINZ, P.M. SCHNEIDER, B.S. WEIR, *DNA Commission of the International Society of Forensic Genetics: recommendations on the interpretation of mixture*, cit.

Si è suggerita<sup>24</sup> l'utilizzazione di un metodo basato sulla ripetizione dell'amplificazione di un campione *trace*-DNA, determinando un c.d. *profilo consenso* ai fini della comparazione con il profilo generato da soggetti sospettati di essere donatori della traccia: ciascuna forma allelica viene registrata nel profilo finale se osservata almeno due volte in amplificazioni ripetute, indicando un eventuale omozigote con una sigla «Z» per evidenziare l'eventualità che il campione fosse in realtà eterozigote e un allele non si fosse semplicemente amplificato per difetto del sistema *in vitro*<sup>25</sup>.

Tuttavia, di recente sono state introdotte nuove soluzioni – se ne parlerà nel prosieguo – che fondano l'interpretazione dei profili complessi sulla base di un rapporto di probabilità<sup>26</sup>.

## 5. *Profili misti*

Art. 10, comma 5, d.P.R. n. 87/2016

*E' vietata la trasmissione al secondo livello della Banca dati dei profili del DNA costituiti da una commistione di più profili.*

*Nel caso di commistioni di più profili del DNA dove è distinguibile, in modo quantitativo a partire dall'altezza dei picchi degli alleli, una componente maggioritaria da una componente minoritaria, è trasmessa al secondo livello della Banca dati la sola componente maggioritaria. Il profilo del DNA di quest'ultima componente deve essere riconducibile ad un individuo, quantitativamente la componente maggioritaria deve essere superiore di almeno 3 volte alla componente minoritaria e il risultato deve essere confermato da un doppio esperimento con due kit commerciali in cui si devono sovrapporre un numero non inferiore a 10 loci.*

Si parla di profilo misto quando viene tipizzata un traccia in cui è presente materiale biologico appartenente a due o più individui: a livello biologico la mistura

---

<sup>24</sup> Originariamente P. TABERLET et al., *J. Reliable genotyping of samples with very low DNA quantities using PCR*, in *Nucleic Acids Res.* 1996; 24: 3189–3194T; P. GILL, J. WHITAKER, C. FLAXMAN et al. (2000) *An investigation of the rigor of interpretation rules for STRs derived from less than 100 pg of DNA*, cit., 17-40; CARAGINE et al., *Validation of testing and interpretation protocols for low template DNA samples using AmpFI STR Identifier*, in *Croat. Med. J.* (2009) 50/3, 250-267.

<sup>25</sup> Così U. RICCI, *D.N.A. Oltre ogni ragionevole dubbio*, cit., 238, secondo l'Autre, un laboratorio che decida di effettuare questi esami deve adottare particolari cautele, in particolare essenziale sarà servirsi dei sistemi di validazione del metodo in accordo con la ISO/IEC 17025. Fermo restando che particolare cura dovrà essere riposta al controllo delle contaminazioni (scrupolosa rimozione della contaminazione *intra-laboratorio*, utilizzazione di aria filtrata, frequenti cambi dei guanti, e decontaminazioni accurate dei materiali di laboratorio).

<sup>26</sup> V. *infra* Cap. VI, § 3; H. HANED, P. GILL, K. SLOOTEN, *Exploratory data analysis for the interpretation of low template DNA mixtures*, in *Forensic Sci. Int. Genet.*, 6 (2012), pp. 762-774.

rappresenta il prodotto della mescolanza di due DNA diversi all'origine (tessuto biologico commisto ad altro tessuto biologico), oppure in laboratorio (tessuto commisto ad estratto di DNA; estratto mescolato ad estratto)<sup>27</sup>.

Quando si ha a che fare con una miscela di DNA, il punto fondamentale è quello di comprendere se la commistione si è creata al volgere dell'azione criminosa, o risulti indipendente da questa.

Distinguere biologicamente le componenti presenti all'interno della miscela non è scontato che aiuti a capire se entrambi i DNA siano coinvolte nel contesto delittuoso, o se la mescolanza si sia formata contestualmente al delitto; così come l'analisi dei profili non porta a comprendere quale dei DNA è estraneo al quadro probatorio perché deposto in altro momento e indipendente dall'azione criminosa.

La prova di tale commistione non sarà consegnata dall'analisi del profilo, bensì dalle caratteristiche della traccia: «osservare al microscopio cellule vaginali e spermatozoi mescolarsi insieme aiuta ad assegnare il successivo profilo di DNA ad aggressore e vittima [...] evidenza [che] deve sempre essere ricercata, ma non è sempre possibile ottenerla. Ad esempio, non si potrà mai avere prove del fatto che sangue di un secondo soggetto si sia mescolato a quello di un primo individuo, poiché la positività alle prove di natura ematica dell'uno oscurano quelle dell'altro»<sup>28</sup>.

Ne consegue che, il più delle volte, tipizzare il profilo di un contributore nulla dice circa il quando e il come quella traccia sia stata depositata, tant'è che il profilo di DNA che compone la miscela potrà risultare estraneo o dipendente dall'azione criminosa, la cui risposta non sarà data tanto dall'analisi del profilo stesso, quanto da deduzioni tipicamente circostanziali e al di fuori della portata del solo analista. In altre parole, spetta al giudice formulare le ipotesi relative alla mistura<sup>29</sup>, in relazione alla particolarità del caso concreto, sulla base di una interazione con l'analista in fase di interpretazione del risultato<sup>30</sup>.

---

<sup>27</sup>Cfr. V.L. PASCALI, *L'uso del dna-profiling nel procedimento penale: fatti e misfatti - dna profiling on trial in Italy: deeds and misdeeds*, cit., 2011, 1339 s., «Nel comune linguaggio giudiziario si riserva spesso la parola mistura (o traccia mista) ad entrambe le situazioni, senza particolari distinzioni. Bisognerebbe invece riservare il termine "mistura" ai soli casi in cui si ha la prova che due tessuti di persone diverse si siano effettivamente mescolati»; secondo l'Autore, oltre la distinzione tra contaminato (componente quantitativamente maggioritaria) e contaminante (componente quantitativamente minoritaria), non vi sono altre proprietà, né fisiche né biologiche, che aiutino a descrivere la situazione che si crea quando due o più fonti di DNA si uniscono insieme in un solo campione o traccia.

<sup>28</sup> V.L. PASCALI, *L'uso del dna-profiling nel procedimento penale: fatti e misfatti - dna profiling on trial in Italy: deeds and misdeeds*, cit., 2011, 1339 s.

<sup>29</sup> Id., 1339 s.

<sup>30</sup> V. *infra* Cap. VI, § 3. ss

La presenza di un profilo misto potrebbe rendersi evidente nel momento in cui si presentano più alleli negli specifici *loci* indagati, ulteriori alle due forme alleliche attese (di derivazione rispettivamente materna e paterna); o si nota un forte sbilanciamento delle altezze dei picchi nei loci eterozigoti; o la presenza di *stutter* di altezza superiore alla soglia. Altresì, un profilo misto può risultare occultamente tale quando, per esempio, due genomi di persone tra loro strettamente imparentate possono, entro certi limiti, sembrare un genoma solo.

Nel caso di commistione di materiale biologico di due individui il numero massimo di alleli che si possono trovare in un *locus* autosomico è, ovviamente, quattro, se entrambi i soggetti sono eterozigoti e non hanno alleli in comune; in un *locus* del cromosoma Y si possono trovare al massimo due alleli. Se, invece, relativamente ad un *locus* sono presenti più di quattro alleli, in tale caso si è dinanzi ad una commissione di materiale genetico appartenente a più di due individui.

Tuttavia, il numero effettivo di contributori di un campione non è mai noto. Anche le macchie di un solo contributore che mostrano solo uno o due alleli per *locus* potrebbero essere miscele, con un contributore mascherato da un altro. Questo è, appunto detto, *effetto di mascheramento*<sup>31</sup>.

La traccia mista potrà contenere quantità di DNA maggiore a seconda della quantità del materiale biologico rilasciato dal contribuente; fermo restando che, durante la fase di PCR, il rapporto quantitativo tra i contribuenti viene mantenuto: le altezze e/o le aree dei picchi allelici osservati in un elettroferogramma possono essere correlate con le quantità di DNA dei singoli individui presenti nella traccia mista e utilizzate per estrapolare i singoli profili genetici.

Ciò consente di tener fede a quanto previsto dal recente regolamento di attuazione della Banca dati DNA che vieta la trasmissione di profili misti per la cooperazione internazionale, consentendola, tuttavia, per quelle tracce miste ove sia presente una componente maggioritaria e quando quest'ultima sia superiore di almeno tre volte quella minoritaria. Il risultato analitico deve comunque essere confermato da un secondo esperimento con un altro *kit* commerciale in cui si deve avere la sovrapposizione di almeno 10 *loci*.

In alcuni casi, dinanzi ad una traccia mista, è possibile applicare delle tecniche preliminari tali da permettere la separazione fisica delle componenti, semplificando in tal modo i successivi accertamenti; ma ciò non sempre è possibile, in quanto dipende dalle caratteristiche dei campioni; nella maggior parte dei casi il profilo genetico fornisce solo una rappresentazione delle componenti alleliche che formano la traccia,

---

<sup>31</sup> J.S. BUCKLETON, J.M. CURRAN, P. GILL, *Towards understanding the effect of uncertainty in the number of contributors to DNA stains*, in *Forensic Science International: Genetics*, Vol. 1, Issue 1, 20–28.

non potendo anche distinguere i profili genetici dei donatori che ne hanno contribuito alla formazione.

Si dovrà aver cura che l'esperto abbia analizzato la traccia mista, e i relativi profili genetici emersi sulla base dell'osservazione delle diverse forme alleliche per i diversi marcatori, ma tutto ciò ancor prima di conoscere il genotipo della vittima, o quello dell'indagato/sospettato.

Si potrà procedere poi ad un confronto con il profilo noto (di solito quella della vittima) e mediante sottrazione del contributo genetico di questo, delineare con maggiore precisione il profilo genetico del secondo contributore; ma bisogna assicurarsi che ciò accada in un momento successivo rispetto a quello tecnico-analitico.

### 5.1. *Ipotesi di trasferimento; il DNA touch*

Le misture cellulari sono estremamente interessanti dal punto di vista investigativo, perché evidenziano la simultanea presenza di due o più persone in una medesima traccia. Possono essere molto utili per la comprensione delle dinamiche di un fatto, ma più di ogni altra evidenza, possono condurre a clamorosi errori investigativi, considerando che i meccanismi di trasferimento sono i più vari<sup>32</sup>.

Più le tecniche analitiche di rilevazione dei profili del DNA avanzano verso livelli di maggiore sensibilità e discriminazione, rilevando profili genetici anche piccole quantità di materiale genetico, più aumenta il rischio di non riuscire a distinguere DNA rilasciato direttamente nella scena del crimine ed ad esso consequenziale, rispetto a situazioni occasionali di rilascio di DNA.

Si fa, per l'appunto, riferimento ai rischi connessi al trasferimento del DNA.

Per comprendere il problema del trasferimento occorre fare delle premesse.

- Studi hanno riportato che i profili del DNA potrebbero essere ottenuti da oggetti trattati anche solo per un breve lasso di tempo<sup>33</sup>.

- Quando un profilo di DNA viene ottenuto da un oggetto toccato e trovato in una scena del crimine, non è possibile determinare quando il DNA è stato trasferito

---

<sup>32</sup> Cfr. U. RICCI, *D.N.A. Oltre ogni ragionevole dubbio*, cit., 235.

<sup>33</sup> R.A.H. VAN OORSCHOT, M.J. JONES, *DNA fingerprints from fingerprints*, in *Nature*, 387 (1997), 767.



all'oggetto: potrebbe provenire da un contatto che si è verificato poco prima o molto prima l'evento criminoso<sup>34</sup>.

- Per i campioni con basso numero di copie, talvolta, mancano i presupposti per poter definire l'origine del fluido corporeo dei profili del DNA: può essere una traccia lasciata anche dalle cellule epiteliali in virtù del semplice tocco; o essere un trasferimento secondario o, addirittura terziario.

- Un altro fattore complicante la valutazione degli eventi di trasferimento è che esiste un elevato grado di variabilità in relazione a fattori multipli, tra cui l'essere l'individuo soggetto a "spargimento" o "mantenimento" del proprio DNA: la quantità di DNA depositata dal trasferimento primario, quando un individuo tocca un oggetto, dipende dal donatore<sup>35</sup>.

- il trasferimento del DNA è altresì condizionato dalla specifica combinazione di tipo di contatto, substrato e materiali biologici coinvolti<sup>36</sup>.

- Altro fattore limitante, da prendere in considerazione, è la possibilità che sia avvenuto un trasferimento durante la metodica analitica: non si esclude una possibile contaminazione all'interno del laboratorio (si pensi alla presenza di DNA sui guanti inutilizzati dall'analista<sup>37</sup> o procedure inefficaci di pulizia)<sup>38</sup>.

Al fine di valutare i risultati analitici bisognerà comprendere dapprima i fattori che abbiano influenzano il trasferimento e la persistenza del DNA su diverse superfici<sup>39</sup>. Occorre, pertanto, la necessaria presa di coscienza della diversità dei

---

<sup>34</sup> A. LOWE, C. MURRAY, J. WHITAKER, G. TULLY, P. GILL, *The propensity of individuals to deposit DNA and secondary transfer of low level DNA from individuals to inert surfaces*, in *Forensic Science International*, 2002, Volume 129, Issue 1, 25-34.

<sup>35</sup> R.K. FARMEN, R. JAGHØ, P. CORTEZ, E.S. FRØYLAND, *Assessment of individual shedder status and implication for secondary transfer*, in *Forensic Sci. Int. Genet. Suppl. Ser.*, 1(2008), 415-417; R.A.H. VAN OORSCHOT, M.J. JONES, *DNA fingerprints from fingerprints*, cit., 767.

<sup>36</sup> V.J. LEHMANN, R.J. MITCHELL, K.N. BALLANTYNE, R.A.H. VAN OORSCHOT, *Following the transfer of DNA: how far can it go?*, in *Forensic Sci. Int. Genet. Suppl. Ser.*, 4(2013), e53- e54.

<sup>37</sup> M. FINNEBRAATEN, T. GRANÉR, P. HOFF-OLSEN, *May a speaking individual contaminate the routine DNA laboratory?*, in *Forensic Sci. Int.: Genet. Suppl. Ser.*, 1(1)(2008), 421- 422.

<sup>38</sup> K.N. BALLANTYNE, A.L. POY, R.A.H. VAN OORSCHOT, *Environmental DNA monitoring: beware of the transition to more sensitive typing methodologies*, in *Aust. J. Forensic Sci.*, 45(3)(2013), 323-340; B.SZKUTA, M.L. HARVEY, K.N. BALLANTYNE, R.A.H. VAN OORSCHOT, *DNA transfer by examination tools – a risk for forensic casework?*, in *Forensic Science International: Genetics*, 2015, Volume 16, 246-254; Id., *The potential transfer of trace DNA via high risk vectors during exhibit examination*, in *Forensic Sci. Int.: Genet. Suppl. Ser.*, 4(1)(2013), e55- e56.

<sup>39</sup> D. TAYLOR et al., *Helping to distinguish primary from secondary transfer events for trace DNA*, in *Forensic Science International: Genetics*, 2017, Volume 28, 155-177.

substrati e come questi possano aver influenzato il trasferimento del DNA, oltre al tipo di campione biologico, l'umidità del campione, la quantità, la modalità del contatto<sup>40</sup>.

Solo dopo aver analizzato preliminarmente tutti i particolari specifici in relazione al caso, l'analista dovrà porsi una domanda: il DNA che è stato rilevato da un oggetto esaminato è stato depositato direttamente (*trasferimento primario*) o è stato rilasciato indirettamente mediante un vettore (*trasferimento secondario*)?

Tra l'altro, non si esclude – si accennava – la possibilità che ci possano essere fenomeni di trasferimento ulteriore: eventi di *trasferimento terziario* e anche *quaternario*<sup>41</sup>.

In alcuni casi, in relazione alle caratteristiche del campione e delle analisi si riesce ad escludere che ci possano essere ipotesi di trasferimento secondario; però è pur sempre compito dell'analista – da un punto di vista scientifico – spiegare accuratamente le ragioni per le quali, nel caso di specie, l'ipotesi di un trasferimento diretto è l'unica percorribile.

Tuttavia, quando si ha a che fare con campioni LT (basso numero di copie) o miscele di DNA, o scarsa qualità dello stesso, l'interpretazione diventa più complessa e la possibilità di escludere ipotesi di trasferimento secondario immancabilmente si riduce.

E' proprio in relazione alla tematica del trasferimento indiretto di materiale biologico, la cui origine del fluido non sia stata rilevata, che emergono nella letteratura scientifica, risultati estremamente conflittuali<sup>42</sup>: accesi contrasti e dibattiti a livello internazionale riflettono la problematicità interpretativa di campioni con basso numero di copie e le implicazioni profonde dei relativi risultati interpretativi a livello processuale.

Parte del mondo scientifico ritiene che talvolta, per le caratteristiche del DNA rilevato su un oggetto, non potrebbe essere raggiunta alcuna conclusione rassicurante in ordine alla derivazione della traccia da trasferimento primario o secondario; così come nulla potrebbe dirsi in relazione all'ordine con cui gli individui hanno toccato un

---

<sup>40</sup> M. GORAY, E. EKEN, R.J. MITCHELL, R.A.H. VAN OORSCHOT, *Secondary DNA transfer of biological substances under varying test conditions*, cit., 62-67.

<sup>41</sup> A.E. FONNELØP, T. EGELAND, P. GILL, *Secondary and subsequent DNA transfer during criminal investigations*, in *Forensic Sci. Int. Genet.*, 17 (2015), 155-162; R.A.H. VAN OORSCHOT, M. GORAY, E. EKEN, R.J. MITCHELL *Impact of relevant variables on the transfer of biological substances*, cit., 547-548.

<sup>42</sup> G. MEAKIN, A. JAMIESON, *DNA transfer: review and implications for casework*, in *Forensic Sci. Int. Genet.*, 7(2013), 434- 443; D. CASEY, N. CLAYSON, S. JONES, J. LEISJ, M. BOYCE, I. FRASER, F. KENNEDY, K. ALEXANDER, *A response to Meakin and Jamieson DNA transfer: review and implication for casework*, in *Forensic Sci. Int. Genet.*, 21( 2016) , pp. 117- 118; G. MEAKIN, A. JAMIESON, *A response to a response to Meakin and Jamieson DNA transfer: review and implications for casework*, in *Forensic Sci. Int. Genet.*, 22 (2016), pp. e5-e6.

particolare oggetto su cui è stata rilevata la traccia; o se l'origine del deposito del DNA fosse derivata da un uso regolare dell'oggetto o da un uso occasionale<sup>43</sup>.

Questo risultato è stato poi interpretato da molti analisti dicendo che non esiste alcuna informazione valutativa all'interno della traccia del DNA, il che implica che, a causa delle risultanze a portata di mano, qualsiasi spiegazione è possibile<sup>44</sup>.

Altro studio sperimentale<sup>45</sup> rileva che, in alcuni casi, l'ultima persona a toccare la superficie esaminata non era il principale contributore alle miscele ottenute, così avvalorando la tesi che alcuni individui possano depositare più DNA rispetto ad altri col semplice tocco di una superficie<sup>46</sup>.

Gli esperimenti mostrano anche che, in molti casi, nessun trasferimento del DNA è stato rilevato anche laddove doveva verificarsi: in molti casi, cioè, anche il contatto primario non ha determinato il deposito rilevabile del DNA del soggetto.

Tra l'altro, questo insieme di esperimenti, progettato sì per simulare le normali interazioni quotidiane, è stato limitato però dall'ambiente sperimentale: oggetti pre-puliti, e profili genetici noti dei soggetti coinvolti; analizzare i risultati in questo contesto è indubbiamente qualcosa di diverso rispetto alle situazioni di vita reale in cui l'ambiente è ben lungi dall'essere pulito e il numero di elementi presenti è sicuramente maggiore rispetto a quello limitato degli esperimenti condotti, e maggiore, pertanto, è la varietà di combinazioni genetiche e fonti di DNA che potrebbero verificarsi.

Ragion per cui, l'analisi risulta ancor più complessa rispetto a quanto già non lo sia quella relativa ai dati sperimentali e agli studi condotti sinora.

---

<sup>43</sup> G. MEAKIN, A. JAMIESON, *DNA transfer: review and implications for casework*, cit., 434-443.

<sup>44</sup> Cfr. D. TAYLOR et al., *Helping to distinguish primary from secondary transfer events for trace DNA*, in *Forensic Science International: Genetics*, cit., 155-177; gli Autori in questa pubblicazione mettono in luce i conflitti sul tema e pongono l'oggetto dello studio sulla opportunità di tener conto di tutti i fattori che influenzano un'analisi complessa all'interno di una rete Bayesiana di valutazione (v. *infra* Cap. VI, §3 ss.)

<sup>45</sup> M. GORAY, R.A.H. VAN OORSCHOT, *The complexities of DNA transfer during a social setting*, in *Legal Medicine*, 2015, Volume 17, Issue 2, 82-91.

<sup>46</sup> A. LOWE, C. MURRAY, J. WHITAKER, G. TULLY, P. GILL, *The propensity of individuals to deposit DNA and secondary transfer of low level DNA from individuals to inert surfaces*, cit., 25-34; un'altra considerazione è la dimensione dell'elemento in questione: ad esempio, il corpo della brocca è una superficie relativamente grande rispetto al manico, di conseguenza, qualsiasi DNA depositato è più probabile che rimanga su questa superficie e non sia sostituito a causa della minore possibilità di contatti successivi; Cfr. M. GORAY, R.A.H. VAN OORSCHOT, *The complexities of DNA transfer during a social setting*, cit., 82-91.

La fonte originaria di un *touch* DNA è, in definitiva, oggetto di dibattito e non è possibile applicare una teoria univoca, essendo le possibilità di contatti promiscui nella vita quotidiana praticamente infiniti, compresi i trasferimenti secondari<sup>47</sup>.

Portare in campo processuale risultati che già in campo scientifico sono fonti di discussioni e problematiche interpretative, rischia di ingenerare un paradosso ancor più imponente rispetto a quello che si suole definire il paradosso della prova scientifica: se la complessità della questione vien portata nel processo, al giudice si chiederà di risolvere quello che neppure la comunità scientifica è riuscita a risolvere al suo interno.

Si ritiene perciò, che in tal caso, l'approccio più sicuro dal punto di vista processuale e più onesto dal punto di vista scientifico, è quello di prendere atto che in determinate circostanze non è possibile fornire interpretazioni in punto di associazione di profili genetici: mancanza di studi specifici su un certo tipo di traccia e la presenza di fattori sconosciuti, oltre all'impossibilità di fornire indicazioni precise sulle modalità e i tempi con cui la traccia possa essersi prodotta, portano a ritenere che sia impossibile fornire un parere scientifico affidabile in relazione alla tematica del trasferimento del DNA.

---

<sup>47</sup>Uno degli scenari più studiati è rappresentato dai prelievi subungueali effettuati a vittime che abbiano subito aggressioni che ne abbiano cagionato la morte. Se un profilo genetico di una persona è ritrovato sotto le unghie della vittima la questione si concentra inevitabilmente sull'interrogativo se il trasferimento possa essere associato all'aggressione o se esista una spiegazione alternativa: in questo caso si dovrebbe considerare che vi sia stato un trasferimento senza violenza tra vittima e sospetto (*innocent cross-transfer*) e ciò può giustificare la persistenza del DNA sotto le unghie. Tutte queste possibilità sono state valutate in letteratura da diversi autori a seguito di una casistica ampia nella quale sono stati raccolti ed elaborati dati statistici. In generale si può dire che il materiale genetico viene trasferito con maggiore efficacia nel caso vi sia un trasferimento attivo e che la sua persistenza può durare per diverse ore, con un decadimento progressivo nella qualità dei profili determinati. Ciò non esclude che la presenza di materiale genetico può essere spiegata in virtù di un contatto occasionale, che non ha nulla a che fare con comportamenti violenti. Alcuni di questi studi mostrano chiaramente che sulla superficie della pelle si rinvenivano non solo cellule della pelle, ma anche tipi cellulari inaspettati come sangue e saliva, la cui origine può essere solo in parte spiegata come contributo dello stesso donatore. Cfr. U. RICCI, *D.N.A. Oltre ogni ragionevole dubbio*, cit., 235.

## CAPITOLO VI

### L'INTERPRETAZIONE STATISTICA

#### 1. *Statistica e genetica: l'ereditarietà mendeliana*

Dal confronto tra il genotipo del campione di DNA analizzato e il genotipo di riferimento si possono avere diversi esiti: un esito è quello della compatibilità genetica; un altro è quella della inversa incompatibilità tenuto conto delle differenze tra i genotipi, perché provenienti da individui diversi; altro ancora è l'inconcludenza, quando non sia possibile supportare alcuna conclusione, in virtù del fatto che le informazioni sono risultate insufficienti.

La statistica entra in gioco nel caso di compatibilità tra i genotipi, infatti, il passo successivo alla tipizzazione del profilo genetico è quello di chiedersi quanto esso sia raro in una determinata popolazione. Ciò equivale a chiedersi qual è la probabilità di osservare tale rarità in un determinato contesto informativo; quindi, interrogarsi sulla stima della frequenza con la quale un particolare profilo ricorre nella popolazione.

La valutazione statistica rappresenta il contributo più significativo ai fini della prova del DNA. Tuttavia, l'introduzione di modelli di tipo statistico, nonostante la fondamentale importanza, non rappresenta uno strumento di facile dimestichezza, sia per l'operatore scientifico che per l'operatore giudiziario: «la statistica è la scienza dell'incertezza e della sua misurazione. Essa fornisce un'indicazione circa l'attendibilità di una misurazione ripetuta molte volte»<sup>1</sup>.

Uno degli aspetti più controversi e che necessiterebbe di una standardizzazione, è rappresentato, infatti, dalla valutazione statistica dei profili complessi del DNA, un compito molto impegnativo, che talvolta porta ad opinioni controverse su vari approcci tesi a stabilire la stima del peso della prova.

Statistica e genetica forense sono inscindibilmente collegate, d'altronde ciò è dovuto alla natura intrinsecamente probabilistica del processo biologico riproduttivo: il meccanismo dell'ereditarietà mendeliana.

La prima legge di Mendel stabilisce, infatti, la probabilità con cui ogni genitore trasmette alla prole uno dei due alleli posseduti: per cui, per un certo *locus* genetico la probabilità è 0,5: ciascun individuo trasferisce ad ogni suo gamete, col 50 % di probabilità, una ed una sola copia dei due alleli di cui è portatore.

---

<sup>1</sup> A. TAGLIABRACCI et al., *Introduzione alla genetica forense*, cit., 120.

La seconda legge, il principio dell'assortimento indipendente, stabilisce che geni che controllano caratteri diversi si distribuiscono in modo indipendente gli uni dagli altri. Ciò vuol dire che geni situati su cromosomi diversi si comportano indipendentemente gli uni dagli altri nella produzione dei gameti.

Dato che tale probabilità di trasmissione avviene in modo indipendente, e la probabilità che i due alleli di ciascun *locus* siano uguali tra loro, o diversi in un individuo da *locus* a *locus*, essa può essere calcolata facilmente mediante il prodotto delle probabilità di trasmissione di ciascuno degli alleli<sup>2</sup>.

In particolare, considerando un *locus* diallelico, per il quale le frequenze dei due alleli  $A_1$  e  $A_2$  è rispettivamente  $p$  e  $q$  ( $= 1 - p$ ), uguali nei due sessi, la probabilità di ottenere i genotipi, trattandosi di eventi indipendenti, sarà data semplicemente dal prodotto delle probabilità:  $Pr(A_1A_1) = p \times p = p^2$ ;  $Pr(A_1A_2) = p \times q$ ;  $Pr(A_2A_1) = q \times p$ ;  $Pr(A_2A_2) = q^2$ .

Poichè non si può distinguere il genotipo  $A_1A_2$ , da  $A_2A_1$ , diventa ovvio che le frequenze attese dei genotipi  $A_1A_1$ ,  $A_1A_2$  e  $A_2A_1$  in una popolazione con frequenze alleliche  $p$  e  $q$  sono rispettivamente  $p^2$ ,  $2pq$  e  $q^2$ . Questa è la legge di Hardy-Weinberg<sup>3</sup>.

L'obiettivo dell'analisi è di associare un valore di probabilità all'eventualità che l'affermazione sia accettabile sulla base dei dati sperimentali. Per fare ciò si converte l'affermazione in un sistema di ipotesi, composto dalle cosiddette "Ipotesi nulla" ( $H_0$ ) e "Ipotesi alternativa" ( $H_1$ ).

In questa verifica si procede a falsificare l'ipotesi nulla, in modo che l'ipotesi alternativa emerga come la sola possibile

---

<sup>2</sup> Per calcolare le frequenze genotipiche a un dato *locus* si conta il numero di individui con un dato genotipo e lo si divide per il numero totale di individui nella popolazione. Si fa lo stesso per ciascuno dei genotipi per quel *locus* e la somma di tutte le frequenze genotipiche deve dare come risultato 1 [...]. Per calcolare la frequenza genica di un determinato allele a un determinato *locus* si conta il numero di copie di quel determinato allele nella popolazione e lo si divide per il numero totale di alleli presenti a quel *locus* nella popolazione. [...] Le frequenze alleliche invece si calcolano tenendo in considerazione che ogni individuo AA possiede 2 alleli A, mentre ciascun individuo Aa possiede solo un allele A; pertanto il numero di alleli A nella popolazione è (2 x numero di omozigoti AA) + (numero di eterozigoti Aa). Stesso discorso vale per l'allele a » A. TAGLIABRACCI et al., *Introduzione alla genetica forense*, cit., 120.

<sup>3</sup> G.H. HARDY, *Mendelian proportion in a mixed population*, in *Science* 28, 1908, 41-50; la legge rappresenta un modello teorico mediante il quale possono ottenersi stime attendibili di frequenze genotipiche molto basse, a partire da campioni di popolazione piuttosto piccoli: quando una popolazione rispetta la legge di H-W si dice che è in equilibrio di H-W e le frequenze genotipiche possono essere predette dalle frequenze alleliche osservate nella popolazione in esame. Se il valore trovato non si discosta da quello atteso la popolazione è in equilibrio di H-W e le combinazioni alleliche sono indipendenti le une dalle altre; cfr. A. TAGLIABRACCI et al., *Introduzione alla genetica forense*, cit., 120.

Al termine dell'analisi statistica si ottiene, tuttavia, comunque una probabilità (P) – non una certezza – che l'ipotesi nulla sia falsa e necessariamente una probabilità (1-P) che l'ipotesi alternativa sia falsa.

## 2. Probabilità. Brevi nozioni generali

Parlare di probabilità, significa far riferimento ad un sistema costituito da un modello generatore di eventi e dall'insieme del valore dei suoi parametri, così da poter fare affermazioni statistiche sul risultato di una o più evidenze, potendo calcolare le probabilità di tutti i risultati possibili.

Difatti, la misura del grado di possibilità che un evento ha di verificarsi si chiama probabilità dell'evento  $P(E)$ , che è il rapporto tra il numero dei casi favorevoli e il numero dei casi possibili, purchè questi ultimi siano ugualmente possibili.

Il valore numerico di una probabilità è compreso tra 0 e 1: se un evento si verifica con certezza la sua probabilità è 1; se al contrario non potrà mai verificarsi viene definito evento nullo e la sua probabilità è 0<sup>4</sup>.

Per il calcolo delle probabilità ci si può servire di diversi teoremi, tra i più significativi<sup>5</sup>:

1. *Teorema della probabilità contraria*: l'evento  $NON(E)$  è detto evento complementare di  $E$ ; esso ha come casi favorevoli tutti quelli che non sono favorevoli ad  $E$ ; pertanto:

$$p(NON E) = 1 - p(E)$$

2. *Teorema della probabilità totale o della somma*: dati due o più eventi, la probabilità che si verifichi l'uno oppure l'altro, è data dalla somma delle rispettive probabilità diminuita della probabilità che si verifichino entrambi:

$$p(E1 \cup E2) = p(E1) + p(E2) - p(E1 \cap E2);$$

---

<sup>4</sup> Gli eventi possono essere incompatibili o compatibili. Incompatibili o mutuamente esclusivi, sono gli eventi che non possono verificarsi contemporaneamente, ossia il verificarsi dell'uno esclude il verificarsi dell'altro; definiscono, invece, compatibili quando possono verificarsi contemporaneamente, ossia il verificarsi dell'uno non esclude il verificarsi dell'altro. Gli eventi compatibili vengono suddivisi a loro volta in eventi dipendenti e indipendenti: quando due eventi  $E1$  ed  $E2$  sono dipendenti, il verificarsi dell'uno influenza il verificarsi dell'altro, modificandone la probabilità. Cfr. A. TAGLIABRACCI et al., *Introduzione alla genetica forense*, cit., 120.

<sup>5</sup> Ci si serve dell'elencazione riportata da A. TAGLIABRACCI et al., *Introduzione alla genetica forense*, cit., 120.

Nel caso di eventi incompatibili,  $p(E1 \cap E2)$  vale 0, in quanto non si possono verificare entrambi e la formula diventa:

$$p(E1 \cup E2) = p(E1) + p(E2)$$

3 *Teorema della probabilità composta o del prodotto*: dati due o più eventi, la probabilità che si verifichino contemporaneamente è data dal prodotto della probabilità di uno di essi, per la probabilità condizionata dell'altro rispetto al primo:

$$p(E1 \cap E2) = P(E1) \times P(E2|E1) = P(E2) \times P(E1|E2);$$

se gli eventi sono indipendenti, la formula diventa:

$$p(E1 \cap E2) = P(E1) \times P(E2)$$

4. *Teorema di Bayes (probabilità delle cause)*: questo teorema, proposto da Thomas Bayes, si ottiene a partire dalla definizione di probabilità condizionata, applicando la regola della probabilità composta. Supponendo in una singola prova possano verificarsi uno e uno solo tra due o più possibili eventi  $H1, H2 \dots Hn$ , e che qualora si verifichi uno di questi eventi ci sia una ben determinata probabilità che si verifichi un altro evento  $E$ .

Insomma, gli eventi  $H1, H2 \dots Hn$  costituiscono le possibili cause dell'evento  $E$  e sono incompatibili (non è possibile che si verifichino contemporaneamente due cause  $H_i$  e  $H_j$  se  $i \neq j$ ) ed esaustivi (nessun'altra causa all'infuori di quelle considerate può causare l'evento  $E$ ).

Allora se si verifica l'evento  $E$ , la probabilità che esso sia stato provocato dall'evento  $H_i$  è data dalla formula:

$$p(H_i | E) = \frac{p(H_i)p(E | H_i)}{p(H_1)p(E | H_1) + p(H_2)p(E | H_2) + \dots + p(H_n)p(E | H_n)}$$

Il teorema di Bayes viene utilizzato quando un evento  $E$  può verificarsi sotto diverse condizioni, sulle quali si possono fare  $n$  ipotesi. Se si conosce la probabilità delle ipotesi, nonché le probabilità condizionate, si potrà verificare se le ipotesi iniziali erano corrette o se devono essere modificate.

Se è alta la probabilità che  $E$  sia causato da  $H_i$ , il fatto che  $E$  si sia verificato aumenta la probabilità che  $H_i$  ne sia stata la causa; se è bassa la probabilità che  $E$  sia



causato da  $H_i$ , il fatto che  $E$  si sia verificato diminuisce la probabilità che  $H_i$  ne sia stata la causa.

Tanto premesso si potrà riflettere sui due tipi di approcci, cui si fa riferimento nella valutazione dei risultati di analisi.

### 2.1. *L'approccio per esclusione*

La stima di rarità del profilo del DNA, comunemente chiamata *probabilità di condivisione casuale* (*Match Probability PM*; o *Random Match Probability RMP*), si basa sugli alleli presenti in un profilo del DNA e le stime di frequenza di questi nella popolazione.

Tale probabilità è data dal prodotto delle probabilità di riscontro casuale dei singoli genotipi che compongono il profilo: quando la *RMP* è bassa, la probabilità che il sospettato sia effettivamente la fonte della traccia trovata è molto elevata; quando, invece, la *RMP* è alta, la probabilità che il sospettato sia la fonte della traccia trovata è molto bassa.

La frequenza attesa di ciascuno dei genotipi che compongono può essere stimata a partire da campioni della popolazione di riferimento, applicando le leggi di genetica delle popolazioni: il calcolo di tale probabilità si basa sulla c.d. *regola del prodotto*, ossia la *legge di Hardy-Weiberg*: quando i genotipi dei singoli *loci* sono tra loro statisticamente indipendenti, la popolazione si dice che sia in equilibrio di *linkage*.

Ci si chiede, pertanto, se il dato che si fornisce possa essere realmente rappresentativo della diffusione di quel profilo nella popolazione da cui il campione deriva.

Ciò dipenderà, in gran parte dal numero dei marcatori autosomici: se il numero di marcatori è elevato, la differenza tra una popolazione e l'altra è minima e ampiamente assorbita dalla rarità del profilo genetico determinato. Vi sono alcuni marcatori, infatti, costituiti da un numero estremamente alto di alleli, tali da offrire a priori, prima del loro utilizzo, una elevata informatività. Al contrario, le differenze possono essere quantitativamente significative qualora i marcatori siano molto pochi<sup>6</sup>.

La probabilità di condivisione casuale è, dunque, una stima teorica basata sulla conoscenza della genetica della popolazione e come tale riflette il peso della rarità del profilo genetico.

---

<sup>6</sup> Cfr. U. RICCI, *D.N.A. Oltre ogni ragionevole dubbio*, cit., 265, «Una stima generale abbastanza rappresentativa della realtà è quella che assegna all'assetto di un qualunque marcatore del DNA una stima di 0,1 (10%), per cui già dall'esame di sette marcatori, come quelli necessari per le comparazioni in ambito nazionale nella Banca dati del DNA, i valori di PM sono ragionevolmente molto piccoli».

Una cautela è, tuttavia, fondamentale: evitare di cadere nell'equivoco di trasformare una valutazione statistica in una certezza. Anche laddove la rarità del profilo è supportata da dati di elevata potenza informativa, non significherà ritenere raggiunta la provata verità di quei dati, perché pur sempre di una stima si sta parlando.

In ciò si sostanzia il c.d. «errore dell'unicità»<sup>7</sup> (*uniqueness fallacy*): in alcuni casi la potenza dei numeri, porterebbe far credere si tratti di un «profilo unico», cadendo nell'errore di considerare quei numeri come reali, e non come frutto di una valutazione statistica.

Non è possibile, infatti, avere a disposizione tutti i profili genetici di tutti gli abitanti della terra, si potrà solo stabilire la probabilità di trovare un altro profilo con quelle caratteristiche.

Altra fondamentale cautela, che si rende necessario evidenziare, è legata al grave fraintendimento concettuale a cui l'approccio per esclusione potrebbe prestarsi: la c.d. «*prosecutor fallacy*» (la fallacia della pubblica accusa).

Tale fallacia consiste nella tendenza a recepire la probabilità inversa a quella che è la reale probabilità di una partita casuale: la *RMP* è solo la probabilità che l'indagato abbia il medesimo profilo genetico rinvenuto dal campione di DNA presente sulla scena del crimine, se lui stesso non sia la vera fonte di DNA di quel campione.

In generale per due eventi, A e B, la probabilità di A dato B, è cosa ben diversa dalla probabilità di B dato A; ritenere che le due probabilità siano identiche rappresenta il c.d. errore di trasposizione, ovvero, anche detta, «*la fallacia del condizionale trasposto*»<sup>8</sup>.

In altre parole, nell'approccio per esclusione si calcola la probabilità di osservare i dati raccolti se la persona di interesse non vi abbia contribuito, ottenendo la frazione della popolazione che risulta compatibile. Ciò che si ottiene, pertanto, è il livello di "improbabilità" di osservare quei dati se a contribuirvi sia stata una persona presa a caso.

L'approccio per esclusione risulta utile quando si raggiungono valori infinitesimali della probabilità di inclusione (che rappresenta null'altro che il

---

<sup>7</sup> J. DAVID – D.J. BALDING, *Weight-of-evidence for Forensic DNA Profiles*, 2005, 148, 32.

<sup>8</sup> Cfr. S. PRESCIUTTINI, R. DOMENICI, *La valutazione probabilistica della prova del DNA nella genetica forense*, in *Riv. it. di Medicina legale (e del Diritto in campo sanitario)*, 2016, 1, 269: «La probabilità condizionata dell'evento A, dato che si verifichi l'evento B, si scrive  $\Pr(A|B)$ . In generale,  $\Pr(A|B) \neq \Pr(B|A)$ . Ad esempio, nel lancio di due dadi, uno bianco e l'altro nero, la probabilità che il dado bianco rechi 1, se il punteggio della giocata è stato 2, è del 100%, ma l'inverso, cioè la probabilità che il risultato della giocata sia 2 se il dato bianco reca 1, non è del 100% ma di 1 su 6 (16,7%), poiché sono possibili sei diversi punteggi equiprobabili (2,3,4,5,6,7)».

completamento della probabilità di esclusione), il che, però, accade nei casi più semplici: più aumenta il numero dei *loci* tipizzati, più si riduce la probabilità di inclusione, e di conseguenza aumenta la probabilità che quel profilo genetico non sia escluso.

Nei casi, invece, più complessi, si pensi alle miscele di DNA, o basso numero di copie o DNA degradato, i valori della probabilità di inclusione possono non essere dirimenti; questa è la ragione per cui si alimenta la discussione nel mondo della genetica forense, tra chi suggerisce di abbandonare del tutto questo approccio; e chi manifesta perplessità per approcci diversi da questo.

## 2.2. *Stime per i marcatori di lineage*

Nel caso in cui si esaminino marcatori del cromosoma Y, si deve tener conto del fatto che il tratto genetico viene trasmesso inalterato nelle generazioni, senza ricombinazione. Pertanto, l'assetto dei marcatori del cromosoma Y resta praticamente immutato nel corso delle generazioni e, di conseguenza, non sarà possibile stimare la probabilità di condivisione casuale di un profilo Y sulla base delle frequenze geniche<sup>9</sup>, diversamente da quanto accade per i marcatori autosomici.

In questi casi vengono valutate le frequenze degli aplotipi individuali, ossia della combinazione di diversi marcatori lungo il cromosoma. Tuttavia, per tali valutazioni, occorrerebbe studiare una popolazione di molti uomini (per il cromosoma Y), e – come si diceva per i marcatori autosomici – non si hanno a disposizione i profili genetici di tutta la popolazione<sup>10</sup>.

Si ricorda, che esiste un progetto europeo (*Y- Chromosome STR Haplotype Reference Database*)<sup>11</sup> che offre una raccolta delle informazioni relative ai più utili Y-STR utilizzati nella pratica forense, mediante la stima delle frequenze registrate nelle varie popolazioni.

Le stesse considerazioni valgono per le valutazioni riguardo la frequenza degli aplotipi del DNA mitocondriale: il punto di riferimento europeo – si ripete – è l'*EMPOP* (*il laboratorio di Walter Parson dell'Università di Innsbruck*)<sup>12</sup>.

Sebbene la valutazione del numero di volte in cui un profilo si riscontra in una popolazione, data dalla probabilità di condivisione casuale, possa essere talvolta sufficiente a soddisfare i problemi di individualizzazione, vi sono molte questioni che non possono essere risolte, se non con un approccio diverso.

---

<sup>9</sup> Così U. RICCI, *D.N.A. Oltre ogni ragionevole dubbio*, cit., 266.

<sup>10</sup> Cfr. Id., 266.

<sup>11</sup> Consultabile all'indirizzo: *Y-STR Haplotype Reference Database* – YHRD, [www.yhrd.org](http://www.yhrd.org).

<sup>12</sup> Consultabile all'indirizzo [www.empop.online](http://www.empop.online).

### 2.3. Rapporto di verosimiglianza

Sappiamo che l'utilità dell'approccio probabilistico è quella di elaborare un sistema costituito da un modello generatore di eventi sulla base dei relativi parametri, così da poter fare affermazioni statistiche sul risultato di una o più evidenze e, così, calcolare le probabilità dei risultati possibili.

Ma, nella pratica scientifica – e, a maggior ragione in ambito processuale – ci si trova dinanzi alla situazione inversa, ovvero quella di esaminare dati prodotti in una determinata situazione, e su di essi operare delle inferenze per comprendere cosa ha generato quei dati.

Le scienze empiriche procedono per successive inferenze prima raccogliendo dati, e poi interpretandoli: il modello generatore di eventi o l'insieme dei parametri del modello non sono noti, potendo giungere ad una definizione solo a posteriori<sup>13</sup>.

Da ciò nasce il concetto di verosimiglianza.

“Se appare per tutti scontato il concetto per cui la probabilità di ottenere un particolare risultato in una prova è una misura razionale della nostra attesa, espressa prima della prova, che si verifichi effettivamente quel risultato, è chiaro che il concetto matematico di probabilità è inadeguato ad esprimere la nostra confidenza o diffidenza nel compiere inferenze [sulle ipotesi scientifiche], e che la quantità matematica adatta a misurare il nostro ordine di preferenza fra varie possibilità non obbedisce alle leggi della probabilità. Per distinguerla dalla probabilità, io ho usato per questa quantità il termine di Verosimiglianza” (R.A. Fisher, *Theory of statistical estimation*, 1925).

Pertanto, quando si ragiona in termini di probabilità non si conosce l'esito, il risultato di un fenomeno aleatorio, ciò che si conosce è il sistema che genera l'evento; nell'inferenza statistica, ciò che si conosce è il risultato, e ciò che non si conosce è il sistema che l'ha prodotto.

In altre parole, la verosimiglianza ( $L(H|R)$ ) dell'ipotesi  $H$  (che si riferisce ad un sistema generatore di eventi aleatori), dato il risultato  $R$ , è proporzionale a  $P(R|H)$ , dove la costante di proporzionalità è arbitraria; in questo contesto  $H$  è ignota e  $R$  (risultato) è noto.

Mentre, quando si ragiona in termini di probabilità,  $R$  è incerto e  $H$  è nota.

L'approccio alternativo si fonda, quindi, sul rapporto di verosimiglianza (*likelihood ratio*,  $LR$ ) che prevede il confronto delle probabilità di osservare un particolare evento  $E$  (in questo caso il profilo genetico) sotto due ipotesi alternative<sup>14</sup>.

---

<sup>13</sup>S. PRESCIUTTINI, *Analisi statistica dei dati genetici*, consultabile all'indirizzo: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/deed.it>

<sup>14</sup>I.W. EVETT, B.S. WEIR, (1998) *Interpreting DNA evidence: statistical genetics for forensic scientist*, Sunderland, MA.

Le due ipotesi rappresentano la posizione dell'accusa ( $H_p$ : il DNA sulla scena del crimine appartiene al sospettato) e quella della difesa ( $H_d$ : il DNA sulla scena del crimine proviene da un altro individuo che per puro caso ha lo stesso profilo genetico del sospettato).

$$LR = \frac{H_p}{H_d}$$

Poiché l'ipotesi dell'accusa è che il sospettato abbia commesso il crimine, la probabilità di  $H_p$  è 1; mentre la probabilità di  $H_d$  corrisponde alla frequenza del profilo genetico in esame all'interno della popolazione ( $RMP$ ):

$$LR = \frac{1}{RMP}$$

Il rapporto di verosimiglianza è, quindi, l'inverso della frequenza di quel determinato profilo genetico.

Se il valore è maggiore di 1, allora l'ipotesi dell'accusa è più probabile dell'ipotesi della difesa.

Per quanto si è detto, se, generalmente, ci si aspetta che la conclusione dell'analisi porti ad una stima della probabilità dell'ipotesi dell'accusa condizionata all'evidenza genetica, in questo passaggio vi è un'inversione del condizionamento statistico<sup>15</sup>.

Per operare tale inversione, passare cioè dalla formulazione “probabilità dei dati alla luce delle ipotesi” alla formulazione “probabilità delle ipotesi alla luce dei dati”, è necessario applicare il teorema di Bayes<sup>16</sup>.

### 2.3.1. *Dal rapporto di verosimiglianza al calcolo delle probabilità: l'approccio Bayesiano*

L'approccio bayesiano è fondato sulla concezione soggettivista della probabilità, in base alla quale un valore di probabilità si può associare ad un qualsiasi evento, compresi quelli unici, ovvero quegli eventi per cui sia impossibile ripetere, idealmente infinite volte, lo stesso evento nelle identiche condizioni.

---

<sup>15</sup> Cfr. S. PRESCIUTTINI, R. DOMENICI, *La valutazione probabilistica della prova del DNA nella genetica forense*, cit., 268 s.

<sup>16</sup> V. *infra* P. III, Cap. III, § 3.

Per i bayesiani non esiste un valore oggettivo di un dato parametro, esiste solo il livello di credibilità che ciascuno attribuisce ad ogni suo dato valore, alla luce della sua conoscenza pregressa: quindi i parametri di qualsiasi modello sono variabili aleatorie.

Pertanto, l'espressione  $PH|E$  o la probabilità che sia vera una data ipotesi – qualunque essa sia, dal valore di un certo parametro, ad una affermazione empirica complessa, riassumibile nell'espressione  $P(H)$  – è perfettamente legittima nel paradigma bayesiano, mentre non avrebbe senso in quello frequentista<sup>17</sup>.

Il teorema di Bayes è lo strumento che consente di aggiornare la probabilità di una certa ipotesi quando cambia lo stato di informazione, ciò perché si definiscono le probabilità *a priori* che siano vere le ipotesi in competizione e si utilizzano i risultati sperimentali, o qualsiasi nuova evidenza per determinare le probabilità *a posteriori*.

«Insomma, per ottenere la probabilità finale che ci interessa, occorre partire da una probabilità iniziale. Ma, nei casi che coinvolgono il genetista forense, non sarebbe sensato avvalersi di dati popolazionistici. Ammettiamo che in Italia le statistiche mostrino che ogni tre omicidi di donne sposate, due siano stati commessi dal marito. Non per questo, in uno specifico caso di femminicidio, potremmo attribuire all'ipotesi che quel tale marito sia l'assassino una probabilità *a priori* di 2/3. Oltre che improponibile sotto il profilo giuridico, questa stima non starebbe in piedi dal punto di vista della filosofia della probabilità: gli omicidi non sono infatti assimilabili a quegli eventi in cui sia possibile ripetere, idealmente “per infinite volte”, lo stesso esperimento nelle identiche condizioni (come per esempio ripetuti lanci di un dado, allo scopo di stabilire se sia truccato). Spetta al giudice, che è a conoscenza di tutto il materiale probatorio, esprimere una stima in merito, ovviamente basata sulle peculiarità del singolo caso e non su quelle dei casi antecedenti. Solo che il magistrato non formula la sua valutazione dell'*a priori* in termini numerici e – una volta ricevuta l'informazione numerica dal genetista forense – enuncia nella sua sentenza quella che, per l'impostazione bayesiana, è la probabilità *a posteriori* sotto forma di pronuncia verbale»<sup>18</sup>.

---

<sup>17</sup> Il riferimento è alla definizione frequentista delle probabilità su cui si basava l'approccio classico al test delle ipotesi. In questo contesto, infatti, l'inferenza si fonda sul principio di ripetizione del campionamento, per cui i dati sperimentali raccolti in natura o prodotti in laboratorio sono solamente uno degli infiniti possibili campioni, che teoricamente si ottengono ripetendo l'operazione infinite volte nelle stesse condizioni. L'inferenza non considera quindi solo il campione raccolto, ma tutti i possibili dati che teoricamente potrebbero essere ottenuti ripetendo l'esperimento.

<sup>18</sup> S. PRESCIUTTINI, R. DOMENICI, *La valutazione probabilistica della prova del DNA nella genetica forense*, cit., 268 s.

Il rapporto di verosimiglianza non pone problemi di interpretazione: se i calcoli basati sull'evidenza tecnica sono corretti, ne deriva un valore inoppugnabile del *LR*.

Tuttavia, tale rapporto, ha la forma di una "scommessa" (c.d. *odds*), in quanto esprime la misura di quante volte è più verosimile (o meno verosimile) l'ipotesi *H1* rispetto ad *H0*<sup>19</sup>.

Si è detto che l'*LR* esprime la forza relativa delle due diverse ipotesi (ipotesi dell'accusa e ipotesi della difesa), e per convertire tale parametro in un peso quantitativo, una probabilità, si utilizza il teorema di Bayes; in questo modo il rapporto di verosimiglianza tra le due ipotesi alternative, si converte nelle probabilità relative di *H1* e *H0* dati i risultati; e poiché le due probabilità sommate sono pari a 1, basta ottenere il valore di  $P(H1|R)$ .

Tale conversione può assumere la forma:

$$\text{posterior odds} = \text{prior odds} \times LR$$

Il termine "*prior odds*" rappresenta il rapporto fra  $P(H)$  prima che si valutino i dati sperimentali, e rappresenta una misura della credibilità di *H1* basata su considerazioni indipendenti dai dati stessi.

Molto spesso, per semplicità, le probabilità *a priori* di *H1* e *H0* sono considerate uguali, in modo che il loro rapporto risulta uguale a uno (50 % ipotesi dell'accusa e 50% ipotesi della difesa); in questo caso il valore del *posterior odds* coincide con *LR*, perché se le due ipotesi sono ugualmente verosimili, il valore di *LR* è uno. Mentre il suo valore tende a zero se è più verosimile *H0*, e tende all'infinito se è più verosimile *H1*.

È stato, tuttavia, riconosciuto che in molte situazioni l'applicazione di una teoria della probabilità costruita come un *continuum*, pone una serie di problemi reali: può diventare sempre più complesso calcolarla a causa del numero di variabili da tener conto, nonché del grado di complicazione nella loro struttura di dipendenza<sup>20</sup>. Ciò ha condotto alcuni ricercatori e professionisti a concentrare la loro attenzione su un'implementazione grafica della teoria della probabilità, conosciuta come *reti bayesiane*<sup>21</sup>.

---

<sup>19</sup> Il rapporto *LR* è compreso fra zero e infinito a seconda se la verosimiglianza maggiore è posta al numeratore o al denominatore della formula su indicata.

<sup>20</sup> A. BIEDERMANN, R. VOISARD, F. TARONI, *Learning about Bayesian networks for forensic interpretation: An example based on the 'the problem of multiple propositions'*, in *Science & Justice*, 2012, Volume 52, Issue 3, 191-198.

<sup>21</sup> Cfr. A. BIEDERMANN, F. TARONI, *Bayesian networks for evaluating forensic DNA profiling evidence: A review and guide to literature*, in *Forensic Science International: Genetics*, 2011, Vol. 6, Issue 2, 147-157: «Based on elements of graph and probability theory, Bayesian networks can roughly be defined as a pictorial representation of the dependencies and influences (represented by arcs) among variables (represented by nodes) deemed to be relevant for a particular probabilistic inference problem».

Si discuterà nel prosieguo della complessità di tali teorie e della reale incidenza nel nostro sistema processuale delle probabilità *a priori*, tenuto conto della influenza del principio costituzionale della presunzione di non colpevolezza.

Intanto, basti considerare che l'impostazione bayesiana, nel processo, non nasconde la complessità della formulazione delle probabilità *a priori* perché da un lato, si sarebbe tentati di affermare che questo è un compito che spetta solo al giudice; dall'altro, essendo l'analisi statistica dei dati parte integrante dell'analisi genetica, rientra nelle competenze dell'esperto.

Occorre, allora, chiedersi come gestire questa problematica interazione con l'organo giudicante.

Nell'approccio bayesiano è necessario distinguere tra il compito dell'esperto che calcola la probabilità dei dati (genotipi e risultati dell'analisi del DNA); dal compito del giudice che emette alla fine un verdetto di convincimento, su quale tra le varie ipotesi ritiene sufficientemente provata; il punto è che il primo, per poter interpretare i risultati di analisi, finisce per invadere il campo del secondo, proprio nel momento in cui formula le diverse ipotesi in campo, sotto forma di probabilità *a priori*.

Ragion per cui, tenuto conto che gli aspetti probabilistici della valutazione della prova genetica vanno tutt'altro che sottovalutati nel contesto della formulazione dei risultati, non potrebbe sol l'esperto formulare le sue probabilità *a priori* e trasferirle automaticamente nel processo per il tramite dell'interpretazione statistica dei risultati di analisi.

Si potrebbe sostenere l'opportunità che l'esperto, nella sua relazione, non solo dia conto del valore di *LR*, ma anche associ a tale valore un ventaglio di probabilità *a priori* con le relative probabilità *a posteriori*; oppure metta il magistrato nella condizione di eseguire da solo la trasformazione di *LR* in probabilità *a posteriori* a partire dalla probabilità *a priori* da lui stesso ritenuta pertinente<sup>22</sup>.

Eppure, ciò che preme sottolineare sin da ora, è un dato di fatto – di cui si discuterà nel prosieguo – rappresentato dall'insuperabile incertezza circa il calcolo della probabilità *a priori* e dalla difficoltà di porre modelli probabilistici e statistici alla base del giudizio, non essendo il giudice abituato a formulare le sue valutazioni in termini puramente matematici.

---

<sup>22</sup> Cfr. S. PRESCIUTTINI, R. DOMENICI, *La valutazione probabilistica della prova del DNA nella genetica forense*, cit., 268 s.



### 3. L'interpretazione delle tracce miste

Alla maggiore sensibilità delle tecniche di rilevamento del DNA, non corrisponde sempre una sicura possibilità di associare il profilo di DNA ad uno o più contributori, o delineare il numero preciso di questi, tenuto conto dell'effetto "mascherante", in cui gli alleli sono condivisi tra diversi contributori<sup>23</sup>; al contrario, talvolta si appura l'impossibilità di escludere eventi di trasferimento di DNA; o escludere che ciascun profilo di DNA che forma la miscela, sia stato depositato sulla scena in tempi diversi<sup>24</sup>.

Per l'interpretazione delle misture, sono stati elaborati una serie di approcci, tant'è che questi sono oggetto di ampio dibattito nel mondo scientifico.

Lo sforzo della comunità degli studiosi ha condotto ad elaborare delle linee guida internazionali per interpretare profili genetici misti<sup>25</sup>, e l'ISFG mette a disposizione sul suo portale una serie di programmi utili per l'interpretazione e valutazione statistica delle misture.

Tuttavia, alla varietà di approcci per l'interpretazione delle miscele<sup>26</sup> corrisponde la relativa difficoltà di standardizzazione del loro utilizzo.

Nel 2012 – si accennava – sono state elaborate linee guide dalla Commissione ISFG<sup>27</sup>, che – valutando i vantaggi di una interpretazione delle miscele sulla base del rapporto di verosimiglianza – ha ricalcato e reso ancora valide le precedenti raccomandazioni del 2006<sup>28</sup>.

---

<sup>23</sup> J.S. BUCKLETON, J.M. CURRAN, P. GILL, *Towards understanding the effect of uncertainty in the number of contributors to DNA stains*, cit., 20-28.

<sup>24</sup> P. GILL, *Role of short tandem repeat DNA in forensic casework in the UK – past, present, and future perspectives*, in *Biotechniques*, 32( 2002) 366-368, 370, 372.

<sup>25</sup> P. GILL, C.H. BRENNER, J.S. BUCKLETON, A. CARRACEDO, M. KRAWCZAK, W.R. MAYR, N. MORLING, M. PRINZ, P.M. SCHNEIDER, B.S. WEIR, *DNA Commission of the International Society of Forensic Genetics: recommendations on the interpretation of mixtures*, in *Forensic Sci. Int.* 2006; 160: 90–101; P. GILL, et al., *DNA commission of the International Society of Forensic Genetics: recommendations on the evaluation of STR typing results that may include drop-out and/or drop-in using probabilistic methods*, cit.

<sup>26</sup> P.M. SCHNEIDER, R. FIMMERS, W. KEIL, G. MOLSBERGER, D. PATZELT, W. PFLUG, T. ROTHAMEL, H. SCHMITTER, H. SCHNEIDER, B. BRINKMANN, *The German Stain Commission: recommendations for the interpretation of mixed stains*, in *Int. J. Legal Med.*, 123 (2009), 1-5.

<sup>27</sup> P. GILL, et al., *DNA commission of the International Society of Forensic Genetics: recommendations on the evaluation of STR typing results that may include drop-out and/or drop-in using probabilistic methods*, cit., 679–688.

<sup>28</sup> P. GILL, C.H. BRENNER, J.S. BUCKLETON, A. CARRACEDO, M. KRAWCZAK, W.R. MAYR, N. MORLING, M. PRINZ, P.M. SCHNEIDER, B.S. WEIR, *DNA Commission of the International Society of Forensic Genetics: recommendations on the interpretation of mixtures*, cit., 90–101.

Eppure, le discussioni sui vari metodi di approccio probabilistico sono tutt'ora in atto all'interno della comunità scientifica, così come – di riflesso – in quella giuridica, in quanto i sostenitori di uno o di altro approccio saranno influenzati dalla relativa cultura scientifica: «*For the complex DNA profile, there is no predominant or overarching standard interpretation method*», ovvero «Per il complesso profilo del DNA, non esiste un metodo di interpretazione *standard* predominante o sovrastante»<sup>29</sup>.

Nonostante siano state suggerite le raccomandazioni sull'importanza di valutare fattori che possano influenzare l'interpretazione dei profili complessi, non è ancora stato definito un approccio rigoroso per stabilire una metodologia "universalmente accettata".

La questione non è di poco conto se si pensa che questa mancanza di regolamentazione generale conduce gli esperti ad interpretare diversamente i risultati dell'indagine genetica, applicando diversi approcci statistici; rendendosi, perciò, sempre più auspicabile sviluppare un quadro di interpretazione chiaro capace anche di fornire un modo per verificare l'affidabilità dei risultati ottenuti.

Studi<sup>30</sup> dimostrano che esiste una notevole variabilità dell'interpretazione dei profili misti, sia all'interno di un singolo laboratorio, sia in laboratori distinti<sup>31</sup>; e all'alto grado di diversità nella scelta del metodo, corrisponde un altrettanto grado di diversità nel risultato: la soggettività dell'interpretazione da parte dell'analista può rivestire un ruolo fondamentale, potendo, in alcuni casi, decidere della *prigione* o della *libertà*<sup>32</sup>.

Si è già detto, infatti, che nelle miscele di DNA sono possibili diverse combinazioni genotipiche, esaminate attentamente ad ogni *locus*, pertanto, non è facile determinare quali e quanti genotipi abbiano contribuito alla miscela; inoltre, fattore che complica ulteriormente l'analisi, è la possibilità, tutt'altro che rara, che la caratteristica dei più campioni sia l'avere questi un basso numero di copie. Ne consegue che, se per interpretare una traccia mista è necessario prendere in considerazione tutte le problematiche connesse alla particolarità e complessità dell'analisi delle miscele su indicate, risulta indubbia la constatazione che lo studio di

---

<sup>29</sup> P. GILL et al. 2012, *Report to the UK Forensic Science Regulator*, 18.

<sup>30</sup> S. COOPER, C. MCGOVERN, J.A. BRIGHTA, D. TAYLOR, J. BUCKLETON, *Investigating a common approach to DNA profile interpretation using probabilistic software*, in *Forensic Science International: Genetics*, Volume 16, 2015, 121-131.

<sup>31</sup> G. DROR, G. HAMPIKIAN, *Subjectivity and bias in forensic DNA mixture interpretation*, in *Sci. Justice*, 51 (4) (2011), 204-208.

<sup>32</sup> L. GEDDES, *Fallible DNA evidence can mean prison or freedom*, in *New Sci.*, 207 (2773) (2010), 8-11.

una miscela rappresenta, ancora oggi, una delle più ardite sfide analitiche per la genetica forense, e di riflesso per il mondo giudiziario.

Non sono mancate affermazioni forti, che trasposte in un contesto processuale, conducono a conclusioni inquietanti: «Se tu fai vedere a dieci colleghi il profilo di una traccia mista, probabilmente otterrai dieci interpretazioni diverse»<sup>33</sup>. Stesso autorevole scienziato che afferma «*Don't do mixture interpretation unless you have to*», ovvero «Non fare l'interpretazione della miscela a meno che non devi»<sup>34</sup>.

Ragion per cui, si rende necessario, tanto per l'analisi del DNA, quanto per la trasposizione di essa nel contesto processuale – ossia per la prova del DNA – che l'esperto metta in luce la rigorosità della procedura di tipizzazione, e soprattutto, i limiti ad essa intrinsecamente connessi, facendo in modo che questi risultino comprensibili nel processo: «*There is a considerable aura to DNA evidence. Because of this aura it is vital that weak evidence is correctly represented as weak or not presented at all*», ovvero «C'è un'aura notevole alla prova del DNA. A causa di questa aura è fondamentale che le prove deboli siano correttamente rappresentate come deboli o non presentate»<sup>35</sup>.

#### 4. I metodi di interpretazione di profili complessi

Sono stati descritti diversi modelli basati su rapporto di verosimiglianza per interpretare i profili complessi<sup>36</sup>, ognuno di questi presenta diversi gradi di complessità in termini di applicazione e di comprensibilità<sup>37</sup>.

Tradizionalmente, sono classificati in due categorie in base al tipo di informazioni di cui si tiene conto: i modelli solo qualitativi, tengono conto solo degli alleli osservati nell'elettroferogramma; i modelli semi-continui<sup>38</sup> tengono conto dell'insieme degli alleli registrati della miscela, calcolando una probabilità di mistura sulla base di parametri quali il numero di contributori e la probabilità di perdita di

---

<sup>33</sup> Cfr. U. RICCI, *D.N.A. Oltre ogni ragionevole dubbio*, cit., 232, riportando il pensiero virgolettato di Peter Gill, uno dei più valenti scienziati esperti del settore.

<sup>34</sup> P. GILL, *Mixture Workshop Conducted in Annapolis*, Maryland in July 1998.

<sup>35</sup> J. BUCKLETON, J. CURRAN, *A discussion of the merits of random man not excluded and likelihood ratios*, in *Forensic Science International: Genetics*, 2008, Volume 2, Issue 4., 343-348.

<sup>36</sup> M. CURRAN, P. GILL, M.R. BILL, *Interpretation of repeat measurement DNA evidence allowing for multiple contributors and population substructure*, in *Forensic Sci. Int.*, 148 (2005), 47-53.

<sup>37</sup> T.W. BILLE, S.M. WEITZ, M.D. COBLE, J. BUCKLETON, J. BRIGHT, *A Comparison of the performance of different models for the interpretation of low level mixed DNA profiles*, in *Electrophoresis*, 2014; 35: 3125-3133.

<sup>38</sup> K. SLOOTEN, *Familial searching on DNA mixtures with dropout*, in *Science Forensic. Int. Genet.*, 22( 2016 ), pp. 128-138.

alleli<sup>39</sup>; ed, infine, modelli continui che prendono altresì in considerazione le altezze di picco: ad esempio, se un *locus* ha mostrato due picchi, ma uno è stato notevolmente più grande dell'altro, l'analista può interpretare questo come indicazione che la macchia è una miscela (tale effetto è chiamato *squilibrio di picco*).

Questi ultimi modelli necessitano di un metodo probabilistico più raffinato che consente di calcolare, tanto la componente qualitativa, quanto la componente quantitativa<sup>40</sup>, perché utilizzano, per l'appunto, informazioni aggiuntive, variabilità dei picchi e fenomeni stocastici<sup>41</sup>, e valutazione statistica dei profili misti<sup>42</sup>.

In altre parole, alla base di un approccio c.d. *classico*, si collocano i modelli binari, perché binaria è la corrispondente probabilità che va da *uno* o *zero*.

Con gli approcci moderni, invece, la probabilità delle prove di *match/non-match* causale, può avere qualsiasi valore tra zero e uno, questo è il motivo per cui può essere tale probabilità descritta come un *continuum*: sarebbe inusuale, per qualsiasi probabilità, di essere *esattamente* uno o zero poiché esiste sempre una misura di incertezza.

Questi metodi sono stati progettati per essere utilizzati in sistemi esperti per rimuovere gran parte del requisito dell'assegnazione soggettiva di picchi; difatti, nei modelli binari, fondamentale risulta il giudizio degli esperti: valutazioni soggettive dettate dall'esperienza, insieme ad una serie di linee guida empiriche per decidere quali combinazioni di genotipi possono essere esclusi.

Decisivo risulta, il confronto con il genotipo del sospetto, avendo cura, però, di evidenziare l'importanza che questo non sia noto all'analista quando compie giudizi soggettivi riguardo l'analisi della miscela; ma solo in un momento successivo dedicato alla sua interpretazione.

In generale, si possono distinguere due approcci principali per la valutazione dei campioni di DNA forense: il calcolo della probabilità di esclusione e la corrispettiva

---

<sup>39</sup> .R. BIEBER, J.S. BUCKLETON, B. BUDOWLE, J.M. BUTLER, M.D. COBLE, *Evaluation of forensic DNA mixture evidence: protocol for evaluation, interpretation, and statistical calculations using the combined probability of inclusion*, in *BMC Genet.* 2016; 17: 125.

<sup>40</sup> R.G. COWELL, S.L. LAURITZEN, J. MORTERA, *Probabilistic expert systems for handling artifacts in complex DNA mixtures*, in *Forensic Sci. Int. Genet.* 5 (2011), 202-209; P. GILL, H. HANED, *A new methodological framework to interpret complex DNA profiles using likelihood ratios*, in *For. Sci. Int. Genet.*, 7 (2013), 251-263.

<sup>41</sup> . HANED et al., *Validation of probabilistic genotyping software for use in forensic DNA casework: Definitions and illustrations*, in *Sci. Justice*, (2016)56/2, 104-108; L. PRIETO et al., *EuroforGen-NoE collaborative on LRmix to demonstrate standardization of the interpretation of complex DNA profiles*, in *Forensic Sci. Int. Genet.* (2014)9, 47-54

<sup>42</sup> D. TAYLOR, *Using continuous DNA interpretation methods to revisit likelihood ratio behaviour*, in *Forensic Science International: Genetics*, 2014, Volume 11, 144-153.

probabilità di inclusione, chiamato uomo casuale non escluso (*RMNE*); e l'approccio *LR*<sup>43</sup>.

#### 4.1. *RMNE, soggetto a caso non escluso*

Se la traccia in esame proviene da più contributori, il cui numero è indeterminato, si potrà far uso di una variante della *RMP* (*Random Match Probability*), rappresentata dalla statistica *Random Man Not Excluded RMNE*, ovvero “soggetto a caso non escluso”<sup>44</sup>.

L'approccio per esclusione consiste in un modello computazionale semplice (si procede prima determinando se il sospetto è escluso, e poi con il calcolo di una statistica), e di significato immediato: tant'è che, con un congruo numero di *loci*, può portare ad una rilevante potenzialità discriminativa.

In ogni caso, le prestazioni del metodo, in termini di applicazione affidabile, dipendono in misura significativa dal punto di esclusione o inclusione (*Combined Probability of Inclusion, CPI*, che è il complemento matematico di *RMNE*).

Tuttavia, il metodo in questione non fa uso di tutta l'informazione genetica disponibile: una volta stabilito che un determinato profilo genetico non è escluso, il dettaglio su quale sia il profilo genetico della persona di interesse viene ignorato, trascurando una parte significativa di informazione<sup>45</sup>.

---

<sup>43</sup> Per una discussione e confronto tra l'approccio per esclusione e l'approccio che si basa sul rapporto di verosimiglianza si v. J. BUCKLETON, J. CURRAN, *A discussion of the merits of random man not excluded and likelihood ratios*, cit., 343-348.

<sup>44</sup> S. PRESCIUTTINI, R. DOMENICI, *La valutazione probabilistica della prova del DNA nella genetica forense*, cit., 268.

<sup>45</sup> Cfr. Id., 269; Cfr. J. BUCKLETON, J. CURRAN, *A discussion of the merits of random man not excluded and likelihood ratios*, cit., 343-348: «For example, consider a profile that shows three peaks, a, b, and c at heights 200, 200, and 1000 RFU, respectively. The victim is a and the suspect is cc. The circumstances of the crime suggest that it is reasonable to assume that the victim is a contributor to this sample. The suspect is not excluded, but ac or bc genotypes would have been. The exclusion of the ac and bc genotypes uses peak heights, the genotype of the victim, and assumes two contributors. The classic RMNE statistic returns a probability that includes the ac and bc genotypes»; ossia se si considera un profilo che mostra tre picchi, a, b e c alle altezze rispettivamente di 200, 200 e 1000 RFU; il genotipo della vittima è ab e quello del sospetto cc. Le circostanze del crimine suggeriscono che è ragionevole supporre che la vittima sia un contributore a questo campione. Il sospetto non è escluso, ma genotipi di ac o bc dovrebbero esserlo. Tuttavia, l'esclusione dei genotipi di ac e bc utilizza le altezze di picco, il genotipo della vittima, e assume due contributori. La classica RMNE rende, invece, una probabilità che include i genotipi ac e bc. Tuttavia gli Autori aggiungono che è possibile modificare la statistica RMNE in modo che solo il genotipo cc sia incluso, tuttavia è praticata solo da alcuni laboratori. In questi casi, le ipotesi e il risultato della RMNE e dell'LR convergono.

Possono essere utilizzate, nella fase di esclusione, informazioni relative al numero potenziale di contributori, ai profili delle persone che possono essere sicuramente considerati nella miscela e nelle altezze di picco; ma tutte queste informazioni non vengono utilizzate tipicamente nella fase di calcolo: in altre parole, il genotipo del sospetto viene utilizzato nella fase di esclusione ma non utilizzato nel calcolo della statistica.

#### 4.2. *Il rapporto LR nelle tracce miste*

Seppur la valutazione in termini di probabilità di condivisione causale con cui quel profilo si riscontra nella popolazione, può essere un utile strumento per giungere all'individualizzazione personale, altre volte l'obiettivo in questione può essere raggiunto solo mediante un approccio diverso.

L'approccio per esclusione, infatti, può non essere sufficiente, soprattutto nel caso di indagini genetiche che vedano coinvolti molti contributori all'interno di una medesima traccia, o quando siano interessati nelle vicende soggetti correlati geneticamente con il sospettato<sup>46</sup>.

In questi casi potrebbe essere necessario, una volta acquisito un profilo genetico e i DNA da confrontare, valutare quanto siano rilevanti le ipotesi contrapposte: ossia, ci si chiede, qual è la probabilità di trovare questo profilo se il sospettato è effettivamente colui che ha lasciato la traccia, in comparazione con la probabilità di trovare questo profilo se qualcun altro, anziché il sospetto, sia il vero donatore della traccia biologica<sup>47</sup>.

I rapporti di probabilità *LR* hanno l'indubbio vantaggio di poter tener conto dell'informazione relativa all'altezza del picco.

Le applicazioni tipiche assumono un certo numero di contributori alla miscela, si avvalgono dei profili di individui che sono indubbiamente inclusi in essa (si pensi al genotipo della vittima) e utilizzano il genotipo del profilo di interesse (di solito il sospetto).

Essi richiedono la specificazione di un'ipotesi per l'accusa  $H_p$  e difesa  $H_d$ ; e utilizzano il teorema di Bayes:

$$\text{posterior odds} = LR \times \text{prior odds}$$

---

<sup>46</sup> Cfr. U. RICCI, *D.N.A. Oltre ogni ragionevole dubbio*, cit., 266.

<sup>47</sup> Cfr. Id.

Si è detto: le probabilità a posteriori sono le probabilità sulla questione dopo aver esaminato i dati scientifici, e le probabilità *a priori* sono le probabilità senza considerare tali dati.

### 5. Indefinibilità del numero dei contributori

Entrambi gli approcci assumono come dati di partenza un certo numero di contributori nella miscela di DNA

Ampi studi e notevoli dibattiti all'interno della comunità forense evidenziano la rilevante portata che assume la stima e l'assegnazione del numero di contributori all'interno di una miscela ai fini di una efficace interpretazione dei profili del DNA.

Studi dimostrano che la fiducia precoce nell'assegnazione di questo numero non è giustificata<sup>48</sup>.

Più precisamente, solo per i risultati di profilazione mista del DNA in cui il numero di contributori non è ambiguo è possibile ottenere un approccio standardizzato e coerente all'interpretazione e alla valutazione statistica delle prove del DNA.

Ma il problema rimane quando il numero dei contributori risulta ambiguo. L'argomento è stato ampiamente discusso nella letteratura scientifica e sono stati proposti metodi alternativi per tentare di affrontare tali questioni<sup>49</sup>, tuttavia altri studi<sup>50</sup> ritengono che il numero effettivo di contributori di un campione sia sempre sconosciuto: ciò che gli esperti possono essere in grado di indicare altro non è che una stima significativa del numero di contributori sulla base dei dati e delle caratteristiche del profilo.

Si sostiene, pertanto, la necessità che sulla base delle caratteristiche del caso concreto, l'esperto affermi espressamente che in taluni casi i profili sono semplicemente troppo complessi per essere interpretati; ovvero, che non si potrebbe mai essere in grado di assegnare un certo numero di contributori con un qualsiasi grado di certezza, se non a costo di scadere in personalistiche supposizioni.

Del resto, lo scienziato che traspone il suo operato in un contesto processuale, non potrebbe mai essere chiamato ad esprimere delle opinioni sganciate dalla relativa dimostrabilità delle stesse: un'affermazione insuscettibile di essere controllata e,

<sup>48</sup>J.S. BUCKLETON, J.M. CURRAN, P. GILL, *Towards understanding the effect of uncertainty in the number of contributors to DNA stains*, cit., 20-28; J.S. BUCKLETON, J. CURRAN, *A discussion of the merits of random man not excluded and likelihood ratios*, cit., 343-348.

<sup>49</sup>D. TAYLOR, J.A. BRIGHT, J. BUCKLETON, *Interpreting forensic DNA profiling evidence without specifying the number of contributors*, in *Forensic Sci. Int. Genet.*, 13 (2014), 269-280.

<sup>50</sup>S. COOPER, C. MCGOVERN, J.A. BRIGHT, D. TAYLOR, J. BUCKLETON, *Investigating a common approach to DNA profile interpretation using probabilistic software*, cit., 121-131.

obiettivamente verificata, nonché dialetticamente discussa, non ha senso che venga formulata.

Assunzioni di probabilità *a priori*, in quanto precedenti al procedimento di interpretazione, sono sì necessarie perché l'interpretazione avvenga correttamente all'interno di un modello probabilistico, così come sopra descritto; ma il giudizio su quanti contribuenti siano presenti in una traccia è il derivato – non soltanto di caratteristiche del profilo (quali, per esempio, numero degli alleli presenti in ciascun *locus*) –, quanto anche il derivato di assunzioni circostanziali, date dalla particolarità del caso concreto.

Ne consegue che la stima delle ipotesi circa il numero dei contribuenti di una traccia, non potrà essere compito del solo analista, ma occorrerà l'ausilio del giudice nella formulazione delle relative probabilità *a priori*.

## 6. Le probabilità *a priori*

L'attribuzione delle probabilità *a priori* è compito effettivamente difficoltoso quando si tratti di trasferire in termini numerici aspetti difficilmente quantificabili: «qual è la probabilità che l'indagato fosse sul luogo del delitto e non altrove il giorno del delitto?»; «Quanto è probabile che i frammenti di DNA del fidanzato siano sotto le unghie della vittima per un trasferimento casuale invece che per difesa? Qual è la probabilità che siano stati trasferiti il giorno prima anziché cinque giorni prima del delitto?» Per rispondere in modo scientifico a tali quesiti servono esperimenti e dati misurabili per raccogliere le probabilità *a priori*<sup>51</sup>.

E' ben difficile poterlo fare per tutte le variegate forme con cui si generano le tracce in un delitto, ed è difficile, e poco compatibile col sistema processuale, che sia sol l'esperto a farlo.

Bisogna, infatti, tener conto che la valutazione dell'*LR* entra nel processo sulla base delle ipotesi fatte dallo scienziato; e queste ipotesi, seppur plausibili o ragionevoli, non si esclude possano, talvolta, non esserlo ed essere solo semplici congetture basate su informazioni limitate del caso.

Per queste ragioni e per alimentare la dialettica sulla formazione della prova, è fondamentale che l'esperto indichi espressamente le probabilità *a priori* formulate, e il peso che tale formulazione assume nell'interpretazione del risultato.

Del resto, proprio per la rilevanza che esse hanno, non si può inquadrare il ventaglio delle probabilità *a priori*, formulate dall'esperto, come semplicisticamente

---

<sup>51</sup> Così U. RICCI, *D.N.A. Oltre ogni ragionevole dubbio*, cit., 269.



rientranti nel complesso di attività soggettive da questi compiute e, meglio o peggio, relazionate in dibattito e presentate al giudice.

Esse rappresentano il corollario valutativo dei risultati della prova del DNA, momento fondamentale e decisivo su cui ruota l'interpretazione dell'indagine genetica tutta, e su cui il giudice prenderà la propria decisione.

Decisione che, per l'appunto, potrebbe essere influenzata non soltanto dai risultati di analisi, ma anche dal modo in cui questi siano stati presentati da parte dell'esperto: quest'ultimo non potrà escludere il giudice dalla formulazione delle ipotesi a priori, e dal far comprendere ad esso quanto sia rilevante la loro formulazione ai fini della interpretazione dell'esito finale.

«Vi sono due idee da tenere a mente riguardo alla logica bayesiana e a come tendiamo a sconvolgerla. La prima è che le probabilità *a priori* contano anche in presenza di prove sul caso in questione: è un dato che spesso non è intuitivamente ovvio. La seconda è che l'impressione che abbiamo intuitivamente della diagnostica delle prove è spesso esagerata»<sup>52</sup>.

#### *7. La comunicabilità del risultato dell'interpretazione*

L'approccio probabilistico, basato su metodi continui va guadagnandosi, di recente, uno spazio sempre maggiore nell'interpretazione dei risultati di analisi; tuttavia, le valutazioni statistiche che fuoriescono dai moderni metodi di interpretazioni, hanno l'inconveniente di essere difficilmente presentabili e comprensibili in un'aula di giustizia<sup>53</sup>.

Attualmente, la comunità scientifica vive lo stato di transizione che si è cercato di descrivere: da metodi binari, a modelli continui di valutazione statistica delle miscele complesse che incorporano le altezze di picco.

Tuttavia, ai fini interpretativi, un miglior contenuto di informazioni sconta una maggiore difficoltà di implementazione dei calcoli statistici, che modelli moderni richiedono da parte dell'esperto rispetto a modelli qualitativi semplici; quest'ultimi, infatti, indubbiamente, necessitano di minore dimestichezza, proprio in quanto minori sono le informazioni coinvolte nell'interpretazione.

I problemi in realtà possono essere visti sotto un duplice angolo visuale.

---

<sup>52</sup> D. KAHNEMAN, *Thinking, Fast and Slow*, ed. it.: *Pensieri lenti e veloci*, trad. di L. SERRA, Milano, 2012, 179-171; cfr. U. RICCI, *D.N.A. Oltre ogni ragionevole dubbio*, cit., 270.

<sup>53</sup> J. BUCKLETON, J. CURRAN, *A discussion of the merits of random man not excluded and likelihood ratios*, cit., 343-348.

Sotto un versante, c'è il rischio che alla varietà di approcci che prendano in considerazione ipotesi diverse, corrisponda una varietà di risultato: il rischio, cioè, che diversi modelli producano differenti risultati, ossia differenti rapporti di verosimiglianza per un determinato caso e per un dato insieme di proposizioni.

Ciò tenuto conto, anche, del peso che valutazioni soggettive, empiriche, dettate dall'esperienza dell'esperto possano assumere in relazione alla scelta di alcuni metodi anziché altri.

Sotto altro versante, seguire, invece, un approccio computazionale, reca un duplice effetto: si elimina la necessità di ricorrere a valutazioni euristiche e soggettive che si basano sull'esperienza dell'esperto, basandosi i metodi computazionali su valutazioni oggettive: la probabilità che la traccia derivi da vittima e sospetto è maggiore X volte rispetto all'ipotesi che derivi da vittima e uno sconosciuto. Tuttavia, si potrebbe giungere ad una totale assenza di intendimento del risultato dell'interpretazione statistica da parte del biologo forense: senza una comprensione della matematica sottostante, il rischio è che questi sistemi diventino "scatole nere"<sup>54</sup>.

È opportuno, nella valutazione dei vantaggi e delle debolezze di uno e di altro modello, soffermarsi sugli aspetti di un modello di interpretazione che sono auspicabili e/o appropriati nel contesto forense<sup>55</sup>.

Precisione, affidabilità e comprensibilità sono sicuramente aspetti fondamentali di un modello di interpretazione del DNA. Ma probabilmente nessuno di questi è di facile definizione e praticabilità in un contesto che si basa su, quello che è pur sempre, un rapporto di probabilità: «*The true answer in DNA interpretation is somewhat elusive and plausibly does not exist at all*»<sup>56</sup>.

Se la precisione o accuratezza del metodo è data dal miglior uso di tutte le informazioni disponibili; e l'affidabilità è data dalla possibilità di escludere una errata applicazione del metodo; il problema – soprattutto, per la trasposizione in ambito forense – è maggiormente sentito per l'aspetto relativo alla comprensibilità del risultato.

Un metodo è comprensibile quando è tale sotto un duplice versante: quando è compreso dallo scienziato forense; e quando è reso comprensibile da questo al giudice.

---

<sup>54</sup> D. TAYLOR et al., *The interpretation of single source and mixed DNA profiles*, in *Forensic Science International: Genetics*, 2013, Volume 7, Issue 5, 516 – 528.

<sup>55</sup> H. KELLY, J-A. BRIGHT, J.S. BUCKLETONA, J.M. CURRANB, *A comparison of statistical models for the analysis of complex forensic DNA profiles*, in *Science & Justice*, Volume 54, Issue 1, 2014, 66-70.

<sup>56</sup> Id., 66-70.

Come si accennava, metodi complessi e computazionali aumentano il rischio di incidere negativamente sia per il primo che per il secondo versante.

Tuttavia, per quanto riguarda l'esigenza di comprensibilità da parte del giudice, il rischio che il risultato non venga compreso pienamente esiste per qualsiasi metodo.

Il modello binario, che vede lo scienziato coinvolto soggettivamente nell'interpretazione del profilo, è indubbiamente un modello di semplice intendimento, ma non si esclude che possa cadere nel poco comprensibile tutte le volte in cui, o risulta inadeguato, e pertanto, incapace di gestire le descritte situazioni complesse; o, coinvolga uno scienziato poco abile nella capacità di rappresentare i risultati in tribunale.

Il modello continuo è, forse, la scelta primaria in termini di precisione del metodo, e di contributo all'obiettività del risultato, in quanto adeguatamente modellato sulle informazioni coinvolte. Tuttavia, per evitare che i complicati programmi computazionali e automatizzati di cui si compone, sfuggano alla controllabilità da parte dell'esperto e si tramutino in *scatole nere*, occorrerà che l'esperto dia prova di conoscere realmente il funzionamento di detti modelli e di saper adeguatamente rappresentarli in dibattito<sup>57</sup>.

Del resto, la necessità che l'analista comprenda, non soltanto le potenzialità, ma anche i limiti del programma, e quindi abbia una conoscenza accurata del modello e delle applicazioni matematiche ad esso connesse, è fondamentale per evitare che questo possa essere inavvertitamente utilizzato in situazioni in cui non sia opportuno farlo: «*In many ways a well described mathematical process is more transparent than the often subjective decisions of experts*»<sup>58</sup>, ossia, a volte un processo matematico ben descritto è più trasparente delle decisioni soggettive degli esperti.

Per concludere, se la connotazione di comprensibilità del risultato è stata posta sotto il duplice fronte, di comprensibile dall'esperto e comprensibile per il giudice; talvolta, può capitare di procedere in una direzione, a discapito di altra.

E allora, ci si chiede, è preferibile orientarsi verso un modello che più probabilmente darà la risposta più accurata, ma meccanicamente più complessa da comprendersi o da lasciar comprendere al giudice; oppure preferire un modello ben padroneggiato dall'esperto ma tale da sacrificare la precisione a fronte di una più facile comprensione?

La soluzione sta forse nel mezzo: da preferire sarà sicuramente l'approccio più adeguato al caso concreto che riesca, pertanto, a sfruttare le informazioni disponibili e che si fondi su interazione tra esperto e giudice in relazione alla problematica delle probabilità a priori.

---

<sup>57</sup> Il discorso è legato alla necessità di rendere noto al giudice il livello di formazione professionale dell'esperto. Sul punto v. *infra* P. III, Cap. II, § 1.4.

<sup>58</sup> H. KELLY, J-A. BRIGHT, J.S. BUCKLETON, J.M. CURRANB, *A comparison of statistical models for the analysis of complex forensic DNA profiles*, cit., 66-70.

Sarà consigliabile che l'esperto da un lato, sotto il profilo di controllabilità del risultato da lui stesso sostenuto, dia prova della sua professionalità e del continuo aggiornamento; dall'altro lato, la necessità che dia conto del valore della calcolo matematico, formulando un ventaglio di probabilità a priori con le relative probabilità a posteriori; che rendi partecipe il giudice della formulazione delle ipotesi prima, e della comprensibilità del risultato poi.

Soltanto in questo modo, i risultati dell'interpretazione dell'analisi del DNA potranno essere adeguatamente mostrati, dimostrati e dialetticamente discussi nel processo.

## PARTE III

### LA FORMAZIONE DELLA PROVA SCIENTIFICA LA PROVA DEL DNA NEL PROCESSO PENALE

### *Premessa*

Nella terza parte, si approfondirà il generale tema della prova scientifica, con gli opportuni riflessi nel settore della prova genetica, quale particolare *species* della prima.

Il rapporto tra scienza e processo penale richiede di soffermarsi sull'evoluzione del concetto di scienza da una concezione positivistica, cioè, di scienza unica e stabile; ad una concezione *post* positivista di una scienza in continuo mutamento e superamento.

All'interno di questa cornice emerge il significativo parallelo tra accertamento processuale, che vive nel contraddittorio tra le parti, e verificabilità della scienza alla luce della sua falsificabilità: la prova non va sterilmente formata *aliunde*, ma criticamente plasmata nel processo.

La prova scientifica, al pari di ogni prova, deve essere sottoposta al vaglio critico da parte del giudice, cercando di risolvere il paradosso della sua valutazione mediante una rivisitazione dell'antico brocardo dello *iudex peritus peritorum*, che impegni il giudice in un controllo critico sull'affidabilità e attendibilità delle risorse tecnico-scientifiche trasportate nel processo, indagando – per il tramite del contraddittorio – sulla stabilità della verità scientifica alla luce della sua falsificabilità.

I parametri alla stregua dei quali operare tali controlli non possono prescindere dai contributi offerti dall'esperienza giudiziale statunitense, che – nel cercare di tracciare un pur labile confine tra *buona* o *cattiva* scienza – ha ampliato i criteri di riferimento: da quello che era inizialmente l'unico consistente nella generale accettazione della comunità scientifica nel c.d. *Frye case*, ai vari indicati con celebre sentenza *Daubert*, che hanno influenzato e continuano ad influenzare la nostra esperienza giudiziale in tema di valutazione della prova scientifica.

Eppure, il problema rappresentato dal valutare il contributo offerto dalla scienza da parte di un giudice, che non è esperto conoscitore di quella scienza, non può risolversi solo in fase di valutazione: il paradosso si risolve non trascurando le fasi che ad essa precedono.

Si porrà, pertanto, l'attenzione su tutto il procedimento di formazione della prova; in particolare sulla rilevanza del contraddittorio tanto in fase ammissione, quanto in fase di acquisizione.

Tra i requisiti indicati per regolare l'ingresso delle risorse provenienti dalla scienza, si sottolinea la portata dell'art. 189 c.p.p., ossia della *ratio* ad esso sotteso in linea con l'evoluzione del concetto di scienza.

Se è vero che è il *metodo*, ovvero la modalità, lo strumento a connotare di scientificità la prova; è anche vero che inquadrata la prova scientifica all'interno di un

mezzo di prova tipico, non per questo può ritenersi esaurito, da parte del legislatore, il vaglio di idoneità dello specifico strumento tecnico-scientifico.

In altre parole, e con specifico riferimento alla prova del DNA, il legislatore ha sì collocato la relativa disciplina all'interno della perizia, senza nulla prevedere quanto alla metodologia da seguire. Di conseguenza, il previo vaglio di ammissione, che si fondi sul giudizio di idoneità e che usufruisca del contraddittorio previsto dall'art. 189 c.p.p., relativamente alle modalità acquisitive, rappresenta un ottimo compromesso per l'ingresso di contributi intrinseci di scientificità come quelli relativi all'accertamento genetico.

In punto di valutazione, si metterà in luce dapprima la necessità di inquadrare correttamente il risultato dell'analisi del DNA all'interno della prova indiziaria, non cadendo nell'equivoco, pacificamente sostenuto in giurisprudenza, di considerare l'accertamento genetico a volte prova a volte indizio, in base alla capacità persuasiva che, nel caso concreto, l'analisi è in grado di offrire. Così ragionando, il rischio è quello di riportare alla luce un orientamento che si riteneva superato, fondante la distinzione tra indizio e prova sulla base di una minore capacità probante del primo rispetto alla seconda; piuttosto che valutare la concreta struttura logica che li contraddistingue, ossia prova solo indirettamente rappresentativa del fatto da provare nel primo caso, direttamente rappresentativa nel secondo.

Ci si soffermerà poi sui singoli criteri elaborati dalla giurisprudenza tesi a vagliare l'operato della scienza, al fine di valutare l'affidabilità e la validità della teoria scientifica che fa ingresso nel processo.

In ultimo, ci si soffermerà sul difficile rapporto tra modelli matematici applicati al processo; approcci di tipo bayesiano e relative problematiche in relazione ai principi che uniformano l'intero ordinamento processuale; per spostare, infine, l'attenzione sull'al di là di ogni ragionevole dubbio, inquadrato come criterio di valutazione che agisce sulla base del principio di falsificazione.

Inoltre, si tenterà di offrire una risposta all'interrogativo di fondo: può la prova del DNA, da sola, sorreggere una sentenza di condanna oltre ogni ragionevole dubbio?

## CAPITOLO I

### LA FORMAZIONE DELLA PROVA SCIENTIFICA

#### 1. *La scienza nel processo penale*

«Per giudicare il consiglio del perito il giudice dovrebbe sapere quello che non solo non sa ma che con la chiamata del perito confessa di non sapere»<sup>1</sup>.

Questo il paradosso della valutazione della prova scientifica, un paradosso che ha generato notevoli riflessioni, mutevoli apporti dottrinali ed interventi giurisprudenziali; sullo sfondo il complicato e sfuggente interrogativo che lo compone: come può il giudice, in quanto non esperto, sottoporre ad un vaglio critico l'operato dell'esperto.

Il problema della valutazione della prova scientifica si pone con sempre maggiore attualità, tenuto conto che la ricostruzione probatoria del fatto, molto più spesso che nel passato, risulta affidata alla risoluzione di questioni tecnico-scientifiche, quindi a risultati che la prova scientifica compone e conduce nel processo penale mediante l'ausilio degli esperti.

E' stato osservato in dottrina che una decisione che si fondi su un responso peritale indecifrabile o comunque insuscettibile di un controllo da parte del giudice assomiglia pericolosamente agli antichi riti ordalici: ieri c'era la divinità, oggi la scienza<sup>2</sup>.

Ma una considerazione di questo tipo soffre innegabilmente di un legame ad un concetto di scienza inteso in termini unitari, stabili: una scienza infallibile. E, così ragionando, essa calata nel processo penale delineerebbe una prova legale scientifica.

Si rifletterà, a breve, su quello che si suole definire una evoluzione della concezione positivista: non una, unica, scienza stabile, ma più scienze, in quanto tali superabili e dunque fallibili; queste calate nel processo, necessitano un vaglio da parte del giudice.

Il più delle volte, il concetto di scienza evoca non tanto ciò che la scienza è, quanto piuttosto ciò che dalla scienza deriva: le scoperte tecnico-scientifiche, le complesse tecnologie avanzate, i frutti del sapere specialistico. Eppure la scienza è un processo, un

---

<sup>1</sup> Cfr. F. CARNELLUTTI, *Principi del processo penale*, Napoli, 1956, 215.

<sup>2</sup> F. FOCARDI, *La consulenza tecnica extraperitale*, Padova, 2003, 14; O. DOMINIONI, *In tema di nuova prova scientifica*, in *Dir. pen. proc.*, 2001, 1065, l'Autore afferma che le prove scientifiche «che sfuggano, per una loro esasperata sofisticazione, alla comprensibilità delle parti e del giudice, pur nell'impiego il più engangè del loro "sapere comune", [devono vedersi] preclusa la loro fruibilità processuale probatoria, in ragione del sistema razionale della prova, che ha come presupposto il dominio delle parti e del giudice sulle fonti della conoscenza giudiziale»; passo riportato da F. CAPRIOLI, *La scienza "cattiva maestra": le insidie della prova scientifica*, in *Cass. pen.*, cit., 3521.



complesso sistema di elaborazione del mondo naturale e di continue scoperte su di esso: l'essenza della scienza è il metodo scientifico<sup>3</sup>.

Al pari, ciò che caratterizza la prova scientifica, la sua connotazione specialistica, è la base epistemologica su cui essa poggia le proprie conclusioni, fondate, dunque, su enunciati, formulazioni e metodi sottoposti al controllo sperimentale della comunità scientifica di riferimento.

Secondo la definizione più largamente seguita, si intende per prova scientifica quel complesso di "operazioni probatorie per le quali, nei momenti dell'ammissione, dell'assunzione e della valutazione, si usano strumenti di conoscenza attinti alla scienza e alla tecnica, cioè a dire principi e metodologie scientifiche, metodiche tecnologiche, apparati tecnici il cui uso richiede competenze esterne"<sup>4</sup>. Di frequente sono le leggi scientifiche a costituire il presupposto della prova scientifica, in quanto i risultati si fondano sull'applicazione di esse al caso concreto; ma è pur vero che ciò che caratterizza la prova scientifica non è l'interferenza di leggi scientifiche ai fini del relativo utilizzo probatorio, quanto piuttosto, l'adozione del metodo scientifico «cioè il metodo che ricostruisce l'evento con l'esame analitico [...] di tutti i segmenti dell'evento pervenendo alla sua spiegazione con l'utilizzazione del metodo induttivo che ci consente di ricomporre i frammenti della realtà in un quadro unico»<sup>5</sup>.

L'ambito di applicazione della prova scientifica si estende tanto al campo del diritto penale sostanziale, quanto a quello processuale: per un verso può incidere sulla fattispecie penale quando al suo interno si fa riferimento a saperi specialistici<sup>6</sup>; per altro verso, rappresenta indubbiamente uno strumento utile ai fini della ricostruzione probatoria del fatto nel processo.

Negli ultimi tempi, difatti, si assiste ad un impiego sempre più intenso e massiccio della scienza nel processo penale<sup>7</sup>, d'altronde è innegabile quanto sia fondamentale e

---

<sup>3</sup> Per un'analisi comparata sul concetto di scienza e come questa funzioni, si v. D. GOODSTEIN, *How Science work*, in *Reference Manual on Scientific Evidence: Third Edition*, 37 s. (consultabile all'indirizzo [www.nap.edu/13163](http://www.nap.edu/13163) in cui, citando la celebre sentenza in *Daubert v. Merrell Dow Pharmaceuticals*, si definisce la scienza in termini di metodo: "Science is not an encyclopedic body of knowledge about the universe. Instead, it represents a process for proposing and refining theoretical explanations about the world that are subject to further testing and refinement").

<sup>4</sup> Cfr. O. DOMINIONI, *La prova penale scientifica. Gli strumenti scientifico-tecnici nuovi o controversi e di elevata specializzazione*, Milano, 2005, 12.

<sup>5</sup> Cfr. C. BRUSCO, *La valutazione della prova scientifica*, in Aa. Vv., *La prova scientifica nel processo penale*, cit., 38.

<sup>6</sup> Sul punto F. GIUNTA, *Questioni scientifiche e prova scientifica tra categorie sostanziali e regole di giudizio*, in *Prova scientifica, ragionamento probatorio e decisione giudiziale*, M. BERTOLINO - G. UBERTIS (a cura di), Napoli, 2015, 38; P. TONINI, *Il diritto penale tra vincoli di realtà e sapere scientifico*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 2006, 802 s.

<sup>7</sup> Mirjan Damaska ha scritto che guardare al futuro del processo penale «oggi significa soprattutto parlare della progressiva adozione di modelli scientifici nell'indagine sui fatti», perché «un numero sempre

produttivo l'apporto del sapere scientifico<sup>8</sup> alla giustizia mediante strumenti utili, talvolta indispensabili, per la ricostruzione del fatto; giungendo ad ottenere, la prova scientifica, un quasi indiscusso credito privilegiato rispetto ad altre risultanze: «una sorta di primazia scienziata [che] tende a spodestare oggi sia la prova dichiarativa, sia le massime di esperienza quali suoi strumenti di valutazione, dalla posizione di centralità che esse occupano nella tradizione e nell'immaginario processualpenalistico di matrice accusatoria»<sup>9</sup>.

Non mancano, tuttavia, voci dottrinali di relativa criticità verso un uso spasmodico ed incondizionato della scienza nel campo processuale<sup>10</sup>, tenuto anche conto della difficoltà correlata alla natura stessa della scienza, ovvero ciò che è fondamento ed insieme limite al corretto uso della prova scientifica nel processo penale: la scienza non è infallibile, è continuamente superabile, non quindi in grado di fornire un metodo immutabile di conoscenza, perchè i risultati scientifici possono in quanto tali essere smentiti.

Le elaborazioni dottrinali sul tema della prova scientifica sono notevoli<sup>11</sup>, perchè delicato e sfuggente è quell'interrogativo di fondo – si accennava – da cui traggono

---

più elevato di fatti rilevanti nel processo [può ormai essere dimostrato] soltanto con strumenti tecnici sofisticati», M. DAMASKA, *Il diritto delle prove alla deriva*, 2003, 205; passo riportato da F. CAPRIOLI, *La scienza "cattiva maestra": le insidie della prova scientifica nel processo penale*, cit. 3520B; M. TARUFFO, *La prova dei fatti giuridici. Nozioni generali*, cit., 307, l'Autore afferma: «il fenomeno sempre più rilevante e frequente dell'impiego di "prove scientifiche" sta a dimostrare che non solo non vi è alcuna impermeabilità fra l'accertamento giudiziale dei fatti e l'impiego di metodologie scientifiche, ma che anzi accade sempre più spesso che fatti vengano accertati scientificamente nel processo».

<sup>8</sup> G. SPANGHER, *Brevi riflessioni, sparse, in tema di prova scientifica*, in *Scienza e processo penale. Nuove frontiere e vecchi pregiudizi*, C. CONTI (a cura di), Milano, 2011, per l'Autore appare indubitabile che la prova scientifica possa contribuire significativamente a ridurre lo scarto esistente tra verità storica e verità processuale.

<sup>9</sup> Cfr. F. GIUNTA, *Questioni scientifiche e prova scientifica tra categorie sostanziali e regole di giudizio*, in *Prova scientifica, ragionamento probatorio e decisione giudiziale*, cit., 38 s., l'Autore continua: «La prova scientifica, infatti, introduce, sul versante dell'accertamento del fatto, un vincolo di razionalità complementare e sinergico rispetto al vincolo che, sul piano dell'interpretazione del diritto, discende dal principio di soggezione alla legge. Il parametro offerto dal sapere scientifico è più stringente rispetto a quello rappresentato dal sapere comune, non perché più univoco (come si vedrà, bisogna sgomberare il campo da questa illusione), ma perché non compreso nel bagaglio delle conoscenze direttamente utilizzabili dal giudice».

<sup>10</sup> E. AMODIO, *Il diritto delle prove penali nel pensiero di Mirjan Damaska*, in *Riv. It. dir. e proc. pen.*, 2007, 15, «Appare illusorio ritenere che la prova scientifica sia idonea a fornire una garanzia di assoluta certezza nella ricostruzione del fatto storico»; A. SCALFATI, *La deriva scienziata dell'accertamento penale*, in *Processo penale e giustizia*, 2011, 5, 144 s.; G. UBERTIS, *La prova scientifica e la nottola di minerva*, in *UBERTIS, Argomenti di procedura penale*, II, 2006, 197 s.

<sup>11</sup> P. P. RIVELLO, *La prova scientifica*, cit.; G. SPANGHER, *Brevi riflessioni, sparse, in tema di prova scientifica*, in *Scienza e processo penale. Nuove frontiere e vecchi pregiudizi*, cit.; L. DE CATALDO NEUBURGER (a cura di), *La prova scientifica nel processo penale*, 2007; O. DOMINIONI, *La prova penale scientifica. Gli strumenti scientifico-tecnici nuovi o controversi e di elevata specializzazione*, cit.; G.

origine le diverse riflessioni: come può il giudice, in quanto non esperto, e dunque non predisposto verso le nozioni tecniche (non solo perché non le conosce ma perché non istituzionalmente competente a conoscerle) valutare criticamente l'operato di chi quelle nozioni e quelle conoscenze invece possiede.

Questo il paradosso nella valutazione della prova scientifica<sup>12</sup>.

E' stato giustamente osservato, che il processo penale e la scienza appartengono a due mondi completamente differenti, in cui l'uno non può chiedere all'altra più di quello che questa è in grado di fornire<sup>13</sup>. A ciò si aggiunge che ad un diverso modo di concepire la scienza corrisponde un diverso apporto che scienza stessa è in grado di fornire nel processo<sup>14</sup>.

---

CANZIO, *Prova scientifica, ragionamento probatorio e libero convincimento del giudice nel processo penale*, in *Dir. pen. proc.*, 2003, 1193; F. FOCARDI, *La consulenza tecnica extraperitale delle parti private*, cit.; P. TONINI, *Prova scientifica e contraddittorio*, in *Dir. pen. proc.*, 2003, 1459; L. LOMBARDO, *Prova scientifica e osservanza del contraddittorio nel processo civile*, in *Riv. dir. proc.*, 2002, 1083; F. STELLA, *Giustizia e modernità. La protezione dell'innocente e la tutela delle vittime*, Milano, 2001; S. JASANOFF, *La scienza davanti ai giudici*, Milano, 2001; R. E. KOSTORIS, *I consulenti tecnici nel processo penale*, Milano, 1993; A. SCALFATI, *Consulenza tecnica (dir.proc.pen.)*, in *Enc. giur. Treccani*, VIII, 1997; E. AMODIO, *Perizia e consulenza tecnica nel quadro probatorio del nuovo processo penale*, in *Cass. pen.*, 1989, 170; V. DENTI, *Scientificità della prova e libera valutazione del giudice*, in *Riv. dir. proc.*, 1972, 414.

<sup>12</sup> In termini di "paradosso" della prova scientifica si v. M. TARUFFO, *La prova scientifica nel processo civile*, in *Riv. trim. dir. proc. civ.*, fasc.4, 2005, 1109; Id., *Liberio convincimento del giudice: I) diritto processuale civile*, cit., 4; Id., *Considerazioni su scienza e processo civile*, in *Aa. Vv., Scienza e diritto nel prisma del diritto comparato*, COMADE'- PONZANELLI (a cura di), Milano, 200, 492; O. DOMINIONI, *La prova penale scientifica. Gli strumenti scientifico-tecnici nuovi o controversi e di elevata specializzazione*, cit., l'Autore si chiede come possono il giudice e le parti «esercitare un controllo effettivo su un'attività probatoria [...] in cui un esperto impiega conoscenze che essi non posseggono»; A. MELCHIONDA, *Aspetti problematici della perizia nell'istruzione formale*, in *Atti del Convegno nazionale di studio – I problemi della istruzione formale*, Bologna, 9-10 giugno 1973, Bologna, 1977, 241, afferma «se è vero (come non può negarsi) che alla perizia il giudice ricorre proprio quando avverte la insufficienza della sua cultura in un dato settore dello scibile umano, è assurdo pensare che improvvisamente, dopo l'espletamento della perizia, il suo intelletto si illumini di sapienza tale da consentirgli, addirittura, di polemizzare criticamente con la scienza del perito cui aveva affidato quella certa ricerca. Si direbbe, al contrario, che se il giudice è in grado di disattendere motivatamente le risultanze peritali, è già nelle condizioni di non ravvisare neppure l'esigenza di una perizia».

<sup>13</sup> In questi termini P. TONINI, *Progresso tecnologico, prova scientifica e contraddittorio*, in *La prova scientifica nel processo penale*, cit., 54, l'Autore nell'analizzare i rapporti tra scienziato e giudice, afferma: «[...] Nel mondo dell'"essere" lo scienziato può ricavare le regole dell'accadere dei fatti, e cioè i collegamenti causa-effetto: si tratta delle leggi scientifiche. Viceversa, la legge penale fa parte del "dover essere", e cioè dei doveri. Nel mondo del dover la regola descrive quel tipo di fatto che essa considera illecito e indica la sanzione che il giudice "deve" applicare al responsabile del reato».

<sup>14</sup> Sull'evoluzione del concetto di scienza, dal positivismo al post-positivismo, e dunque la conseguente evoluzione del concetto del contraddittorio sulla prova scientifica, si rimanda ai contributi di P. TONINI, *Progresso tecnologico, prova scientifica e contraddittorio*, cit., 56 s., evidenzia l'Autore il legame tra il codice del '30 e la nozione positivista di scienza come illimitata e infallibile, e come per ciò solo fosse sufficiente la nomina del perito e l'obbligo per questi di operare secondo verità; mutata la concezione di scienza ciascuna delle parti deve poter dimostrare la possibilità di applicare al fatto storico differenti regole

Se la scienza è *illimitata, completa, infallibile*, sarà in quanto tale racchiusa in un discorso autoreferenziale, in cui nessun margine di apprezzamento critico del giudice sarà consentito: siamo nel positivismo giuridico, e la scienza è idonea a spiegare l'andamento di un fenomeno; la scienza è immutabile, perché completa; è esatta e non può sbagliare: basterà per il giudice istruttore nominare un perito, al fine di individuare la legge scientifica da applicare al caso concreto, con il privilegio per lo scienziato di fondare le proprie asserzioni senza giustificare le premesse scientifiche, o il metodo da lui utilizzato<sup>15</sup>.

Se invece – come il *post* positivismo insegna – la scienza è limitata, incompleta e dunque fallibile, ciascuna parte potrà vantare nel processo penale il diritto di mettere in dubbio l'ipotesi formulata dall'esperto, sia esso consulente di parte o perito del giudice.

Si nota il diverso approccio processuale alla questione scientifica: da un lato una scienza, in quanto sapere confezionato esternamente al processo, non risulta sindacabile nel suo percorso di formazione, ma attendibile in base all'ufficialità del sapere, ovvero al suo consolidato accreditamento presso la comunità degli esperti<sup>16</sup>; dall'altro un coinvolgimento attivo del processo nella questione scientifica, sulla base di una critica valutazione degli esiti della scienza.

In una visione post-positivistica, emerge, infatti, il significativo parallelo tra accertamento processuale, che vive nel contraddittorio tra le parti, e verificabilità della

---

che diano una spiegazione alternativa dell'accadimento. Praticamente l'applicazione del metodo falsificazionista elaborato da Popper: «se si accerta che anche una sola delle conseguenze non si è verificata, si mette in dubbio la validità della legge scientifica in quel caso concreto».

<sup>15</sup> Sull'evoluzione del concetto di scienza, dal positivismo al post-positivismo, e dunque la conseguente evoluzione del concetto del contraddittorio sulla prova scientifica, si rimanda ai contributi di P. TONINI, *Progresso tecnologico, prova scientifica e contraddittorio*, cit., 56 s., evidenzia l'Autore il legame tra il codice del '30 e la nozione positivista di scienza come illimitata e infallibile, e come per ciò solo fosse sufficiente la nomina del perito e l'obbligo per questi di operare secondo verità; meccanismo che entra in crisi sulla base di una semplice constatazione: il perito in quanto persona umana può sbagliare. Da ciò la legge del 1955 con la quale faceva ingresso nel processo l'istituto della consulenza tecnica, seppur non elevata ancora al rango di mezzo di prova. Mutata la concezione di scienza ciascuna delle parti deve poter dimostrare la possibilità di applicare al fatto storico differenti regole che diano una spiegazione alternativa dell'accadimento. Praticamente l'applicazione del metodo falsificazionista elaborato da Popper: «se si accerta che anche una sola delle conseguenze non si è verificata, si mette in dubbio la validità della legge scientifica in quel caso concreto».

<sup>16</sup> Sul punto si vedano i contributi di F. GIUNTA, *Questioni scientifiche e prova scientifica*, in *Criminalia*, 2014, 566, in cui l'Autore nel riflettere su uno dei due diversi approcci processuali alla questione scientifica, vede come uno di questi è stato caratterizzato da una scienza come sapere esterno al processo: un modo di intendere la prova scientifica che risolve la perizia come una sorta di testimonianza sullo stato dell'arte rispetto ad una determinata conoscenza rilevante per il processo. In questo contesto rileva, accanto all'ufficialità del sapere, la sua certezza nomologica: esemplificativa è in quest'ultimo versante l'elaborazione teorica di qualche decennio addietro del nesso di causalità, impegnata ad ammettere unicamente l'impiego di leggi scientifiche c.d. universali ovvero ad altissima frequenza statistico-probabilistica.

scienza alla luce della sua falsificabilità: la prova non va sterilmente formata *aliunde*, ma criticamente plasmata nel processo<sup>17</sup>.

Intorno alla metà degli anni '50, grazie agli studi di Popper che hanno segnato l'abbandono definitivo della c.d. induzione per enumerazione<sup>18</sup>, si comprende la portata euristica del falsificazionismo, che segna uno spaccato con il precedente modo di intendere la scienza: la teoria scientifica per poter esser ritenuta "certa" deve essere sottoposta a tentativi di falsificazione.

Un diverso modo, dunque, di concepire la scienza che riflette la crisi del positivismo giuridico da un lato, e – sotto il versante del diritto penale sostanziale – la presa di coscienza che non può il nesso causale, sede privilegiata per l'applicazione della prova scientifica, trovare conforto nelle poche leggi universali, né negli sterili calcoli probabilistici: le leggi di probabilità medio bassa non possono essere ignorate allorché si possano escludere fattori causali alternativi.

Segnando uno spaccato con il tradizionale modo di valutare la sussistenza del nesso causale, nel 2002 la sentenza Franzese – a fronte di una prova scientifica, che da appoggio stabile e sicuro contro ogni pericolo di arbitrio giudiziale in campo causale, era divenuta una sorta di prova legale che sottraeva al giudice qualsiasi contributo valutativo – ripristina indubbiamente un primato di valutazione giudiziale.

Caduto il dogma della scienza come unica, non può che prendersi atto che a caratterizzare il fondamentale apporto tecnico e sapere scientifico che si riversa nel processo, è la varietà e talvolta provvisorietà dello stesso<sup>19</sup>.

L'evoluzione della concezione positivistica conduce non ad una, unica, scienza stabile, ma tante scienze, in quanto tali superabili e dunque fallibili; queste calate nel processo, necessitano di un vaglio da parte del giudice.

Il processo risulta, pertanto, legittimato a vagliare l'operato della scienza, controllando il grado di affidabilità e attendibilità delle risorse tecnico-scientifiche,

---

<sup>17</sup> Sul principio della falsificazione di Popper, come accennato in precedenza, e il suo nesso con l'accertamento processuale, si veda tra i molti: G. CANZIO, *La valutazione della prova scientifica fra verità processuale e ragionevole dubbio*, in *Arch. pen.*, 2011, fasc. 3; P. FERRUA, *Metodo scientifico e processo penale*, in *Dir. pen. proc.*, 2008, 17.

<sup>18</sup> «Per quanto numerosi siano i casi di cigni bianchi che possiamo avere osservato, ciò non giustifica l'asserzione che tutti i cigni sono bianchi» K. POPPER, *Problemi, scopi e responsabilità della scienza*, in *Scienza e filosofia*, Torino, 1969, 151; ID, *Logica della scoperta scientifica*, Torino, 1970, 308; *Congetture e confutazioni*, Bologna, 1972.

<sup>19</sup> «Nella visione post-positivistica impera il disincanto. Le teorie scientifiche sono e rimangono mere congetture, tentativi di indovinare», cfr. C. CONTI, *Iudex peritus peritorum e ruolo degli esperti nel processo penale*, in *Dir. pen. proc.*, 2008, *Dossier*, 30, riportando le considerazioni di K. POPPER, *Logica della scoperta scientifica* (1935), Torino, 1970, 308, in base alle quali la stessa percezione del fatto oggettivo è influenzata dalla teoria di riferimento dello scienziato.

mediante l'utilizzo di prove derivanti dalla scienza che – al pari di ogn'altra prova – debbano essere sottoposte al vaglio critico da parte del giudice.

Si tratterà, dunque, di risolvere quel paradosso alla base della valutazione della prova scientifica, non cadendo nell'anacronistico estremo di sostenere un giudice *peritus peritorum* che vanti una supremazia sulla scienza che, difatti, non possiede; ovvero nell'altrettanto, insidioso, estremo opposto, caratterizzato da un passivo ed acritico affidamento sui risultati dell'indagine scientifica; si tratterà, bensì, di chiarire quali siano i criteri in base ai quali operare questa doverosa verifica probatoria.

## 2. Giudice peritus peritorum

Nel quadro normativo attuale, in cui campeggia una visione *post* positivistica del concetto di scienza, nonché una esigenza di valutazione dinamica della prova scientifica, il paradosso della sua valutazione diventa più apparente che reale: il giudice sia che accolga sia che rinneghi i risultati di quella prova scientifica sarà tenuto a motivare criticamente le ragioni di quella scelta, perché in ogni caso dovrà dimostrare di aver valutato i risultati offerti e portati nel processo attraverso il sapere degli esperti<sup>20</sup>.

Allora non si tratterà tanto di negare l'attualità del principio del giudice perito tra i periti, quanto piuttosto di affermarlo con le dovute precisazioni<sup>21</sup>: il giudice non potrà mai prescindere dalle conclusioni offerte dalla scienza, né discostarsi da essa proponendo una propria ricostruzione alternativa sfornita di un supporto scientifico o dotata di un supporto scientifico inadeguato, perchè mai potrà sostituirsi allo scienziato ed essere creatore di leggi scientifiche anziché mero fruitore. Sarà, invece, più corretto affermare che l'attualità del principio – pur espresso dall'antico brocardo, ed inserito nel quadro

---

<sup>20</sup> Si vedano le considerazioni di G. UBERTIS, *La prova scientifica e la nottola di minerva*, cit., 501, «l'organo giurisdizionale non sarebbe in grado di motivare in maniera intersoggettivamente comprensibile se fondasse la propria decisione su risultanze processuali di cui non sapesse giustificare la forza di convincimento»; si vedano le considerazioni di G. CARLIZZI, *Iudex peritus peritorum. Un contributo alla teoria della prova specialistica*, in [www.dirittopenalecontemporaneo.it](http://www.dirittopenalecontemporaneo.it), 5 maggio 2017; A. MANNA, *I rapporti tra sapere scientifico e sapere giudiziario*, in *Cass. pen.*, 2009, 3633, che condivide la stigmatizzazione del giudice come «burocrate appiattito sul sapere del perito», invece di essere «un supporto valido, qualificato per il giudice nella valutazione e decriptazione degli elementi di prova (scientifica), ma non deve diventare il verdetto sulla prova, altrimenti si concretizzerebbe quel paventato rischio di una deriva tecnicistica che eclisserebbe in toto l'enunciato principio del libero convincimento», riportate da C. CRUSCO, *Scienza e processo penale: brevi appunti sulla valutazione della prova scientifica*, in *Riv. it. medicina legale*, 2012, 1, nt 46-47.

<sup>21</sup> Secondo M. NOBILI, *Il principio del libero convincimento del giudice*, Milano, 1974, 384 s., il principio del giudice *peritus peritorum* rappresenta un'espressione meramente enfatica, in quanto basata su presupposti obsoleti.

ordinamentale ispirato al principio del contraddittorio – chiede al giudice di valutare criticamente i risultati della scienza; chiede di indagare sulla stabilità della verità scientifica alla luce della sua falsificabilità; di valutare l'affidabilità dell'esito non prescindendo dal metodo scientifico utilizzato.

Supporre, infatti, che il giudice si affidi acriticamente all'*ipse dixit* della scienza, significherebbe scaricare la responsabilità del giudizio delegandola al sapere degli esperti: equivarrebbe ad una rinuncia da parte del processo alla verifica della certezza probatoria in virtù di una insindacabile verità scientifica. In una tale cornice, allora, il problema di valutazione dovrebbe essere tutto rivolto alla condivisibilità del sapere presso la comunità scientifica, all'ufficialità del sapere stesso e alla qualifica dell'esperto; ma ciò non toglie che l'atteggiamento di un *giudice-recettore*<sup>22</sup>, caratterizzato da un ruolo tendenzialmente passivo e ratificatore dell'operato dell'esperto, non assicura un adeguato accertamento della verità tutte le volte in cui l'esperto si renda diffusore di criteri scientifici infondati; o peggio si dimostri incapace di governare correttamente criteri scientifici consolidati.

Oltretutto, ma anche prima di tutto, l'idea di un giudice che si pieghi acriticamente sui risultati della scienza, tradisce uno dei principi cardine in tema di valutazione della prova: il libero convincimento del giudice, che impone la formulazione di giudizi probatori non imbrigliati in rigide regole legali, ma tali da assicurare per qualsivoglia mezzo di prova, una critica valutazione sulla base dei principi che razionalità e ragionevolezza impongono<sup>23</sup>: ragionare diversamente significherebbe ripristinare un regime di prova legale privando il giudice della funzione valutativa perché obbligato all'*ipse dixit* della scienza<sup>24</sup>.

Di converso, predicare una sorta di onniscienza del giudice, che gli erga a creatore di sapere scientifico anziché mero fruitore, legittimerebbe un giudice-scienziato che si sostituisce all'esperto, pur non possedendo le competenze di questo: se il giudice applicasse un criterio specialistico da lui autonomamente individuato, o se provvedesse autonomamente ad emanare lo statuto teorico del principio scientifico, altro non farebbe che adoperare il "senso comune", servendosi di criteri privi di riscontro presso la comunità scientifica<sup>25</sup>.

---

<sup>22</sup> L'espressione è di G. CARLIZZI, *Iudex peritus peritorum. Un contributo alla teoria della prova specialistica*, cit., 37.

<sup>23</sup> V. DENTI, *Scientificità della prova e libera valutazione del giudice*, cit., 414.

<sup>24</sup> «La sorte processuale dell'imputato non può essere sacrificata sull'altare di un "sapere scientifico" (questo sì saccente quando pretenda un'insindacabile attitudine dimostrativa che non gli compete) nel quale la collettività si adagi per trarne rassicuranti conferme nel suo vivere quotidiano» così O. DOMINIONI, *La prova penale scientifica*, cit., 370.

<sup>25</sup> L'immagine corrisponde al "giudice-apprendista" descritto da G. CARLIZZI, *Iudex peritus peritorum. Un contributo alla teoria della prova specialistica*, cit., 35 s.; secondo l'Autore il giudice in

I principi che regolano il processo penale, entro i quali il brocardo dello *iudex peritus peritorum* va incastonato, intendono che sia il giudice ad offrire il contributo critico-valutativo *ex post* su cognizioni tecnico-scientifiche che non possiede *ex ante*<sup>26</sup>.

Sarebbe un errore ritenere che la prova scientifica sia assistita da una sorta di presunzione di affidabilità che esuli il giudice da un vaglio critico che qualsivoglia contributo probatorio richiede; così come sarebbe erroneo discostarsi dai risultati della scienza senza aver ragionevolmente ed analiticamente motivato le ragioni di una tale non condivisione.

Recepire l'idea di un giudice come *gatekeeper*, rischiera il suo ruolo di organo decidente e giudicante: dovrà calarsi nella particolarità del caso concreto ed offrire una meticolosa opera di mediazione con gli esiti della scienza.

Ripristinata un'esigenza di valutazione critica sui responsi della prova scientifica, nella cornice di una scienza sempre in discussione, l'ultima parola – nel processo penale – deve essere del giudice e mai solo dell'esperto.

Non si tratta di ricercare la verità scientifica: si è ben consapevoli che il giudice non può sostituirsi allo scienziato, così come non può tramutarsi l'aula giudiziaria in un laboratorio di scienza; ma si tratta di garantire l'affidabilità delle risorse che per il tramite della scienza entrano nel processo, e necessitano, al pari di tutte le prove, di essere criticamente valutate.

L'asse del discorso si sposta, dunque, sull'individuazione dei parametri cui ancorare lo scrutinio della prova scientifica.

Sullo sfondo si staglia l'esperienza nelle corti americane, che seppur non lontana da atteggiamenti conservatori, nell'arco di settant'anni riflette perfettamente l'evoluzione del concetto di scienza e l'idea del giudice come *gatekeeper*.

---

questo modo escogita criteri specialistici che null'altro rappresentano se non un precipitato del senso comune che, proprio perché privi di riscontro nella disciplina scientifica e tecnica di riferimento, impediscono per definizione l'accertamento della verità. Allo stesso modo anche il “*giudice-volgarizzatore*” e il “*giudice-agrimensore*”, neppure assicurano un adeguato accertamento della verità: il primo perché si avvale di un criterio condiviso dalla comunità degli studiosi, ma semplificato, arrivando a banalizzare criteri scientifici che non corrispondono alla complessità specialistica del fatto; il secondo per l'utilizzo di criteri sì recepiti dalla cultura degli esperti, ma necessitanti altresì particolari abilità applicative che il giudice, in quanto tale, non possiede.

<sup>26</sup> «Nel sistema attuale, il giudice sia qualora *recepisca*, sia qualora *si discosti*, dal parere del perito deve *spiegare* la ragione della sua scelta. In concreto potrà fornire tale spiegazione motivando sul credito del perito e sulle risultanze dell'esame incrociato; e lo farà quasi sempre attraverso la valutazione che della perizia hanno dato altri scienziati in contraddittorio» cfr. C.CONTI, *Iudex peritus peritorum e ruolo degli esperti nel processo penale*, cit., 35, riportando le riflessioni di L. LOMBARDO, *La scienza ed il giudice nella ricostruzione giudiziale del fatto*, in *Riv. dir. proc.*, 2007, 51.



### 3. Dallo *standard Frye* ai criteri *Daubert*

L'esperienza giudiziale statunitense, inizialmente timida e poco aperta ai nuovi scenari e nuove risorse della scienza e della tecnologia, scorge il suo più importante ripensamento nel passaggio dal *leading case Frye* del 1923<sup>27</sup> – che ha istituito il criterio della *General Acceptance*, incentrato sul richiamo al generale e condiviso consenso della comunità scientifica – al *Daubert case* del 1993<sup>28</sup>.

Nella celebre pronuncia *Frye*, si afferma: «[il principio o la scoperta scientifica su cui poggia] la deduzione [probatoria] deve essere sufficientemente consolidato per aver ricevuto accettazione generale nel campo particolare al quale appartiene»<sup>29</sup>.

In altre parole, la mancanza di accettazione da parte della comunità di riferimento della validazione di un'ipotesi, significa incertezza scientifica, pertanto una prova può essere ammessa soltanto in quanto fondata su un principio o una scoperta scientifica sufficientemente stabile, sì da ricevere generale accettazione nell'ambito di ricerca al quale essa attiene.

Nella pronuncia si afferma, in primo luogo, che il giudice, dinanzi ad elaborazioni di teorie innovative o nelle situazioni scientificamente controverse, è chiamato a valutare la rilevanza della prova in riferimento al caso di specie, risultando altrimenti inammissibile la stessa<sup>30</sup>; operata questa preliminare verifica, sarà chiamato a valutare se

---

<sup>27</sup> *Court of Appeals of District of Columbia*, 3 dicembre 1923, n. 293, *Frye v. United States*, in *Federal Report*, 1923, 1013 s.

<sup>28</sup> *Supreme Court of the United States*, 28 giugno 1993, *Daubert e a. v. Merrel Dow Pharmaceuticals, Inc.*, in *Minnesota Law Review*, 1994, 1345 s.

<sup>29</sup> Il caso vedeva coinvolto un imputato, accusato di omicidio, che chiedeva di essere sottoposto alla macchina della verità: il test avrebbe misurato la veridicità delle sue affermazioni in base alle variazioni della pressione arteriosa. La Corte d'Appello del *District of Columbia* si trovava dunque nella situazione di valutare l'ammissibilità di uno strumento la cui validità scientifica appariva difatti discutibile. In particolare la pronuncia afferma: «il test della verità basato sulla pressione sanguigna non [ha] ancora ottenuto un siffatto riconoscimento stabile e scientifico tra le autorità nel campo della fisiologia e della psicologia». Per una sintesi del caso, e dei contributi bibliografici *ivi* citati si v. G. CARLIZZI, *Giudice 2.0 e uso del sapere specialistico nel processo penale*, in [www.processopenaleegiustizia.it](http://www.processopenaleegiustizia.it); secondo l'Autore «non è facile apprezzare con esattezza la diffusione che lo standard *Frye* ha avuto nel corso del XX secolo. Secondo alcuni, la sua successiva recezione nella giurisprudenza non solo è avvenuta in buona parte in maniera implicita, ma è stata limitata soprattutto al caso delle nuove prove scientifiche e tecniche richieste nel processo penale; nei casi residuali, invece, l'ammissibilità della testimonianza esperta è dipesa in genere dalla semplice qualificazione professionale del soggetto chiamato a deporre»; per un'analisi della pronuncia si v. anche A. DONDI, *Problemi di utilizzazione delle "conoscenze esperte" come "expert witness testimony" nell'ordinamento statunitense*, in *Riv. trim. dir. proc. civ.*, 2001, 1141; Id., *Paradigmi processuali ed "expert witness testimony" nel diritto statunitense*, *ivi*, 1996, 264; M. TARUFFO, *Le prove scientifiche nella recente esperienza statunitense*, *ivi*, 1996, 233.

<sup>30</sup> In base all'art. 401 delle *Federal Rules of Evidence* statunitensi «evidence having any tendency to make the existence of any fact that is of consequence to the determination of the action more probable than it would be without the evidence».

una determinata tesi abbia o meno ottenuto un elevato livello di consenso nel settore scientifico di riferimento.

Lo *standard Frye*, incentrato sull'opinione di maggioranza, lasciava però insoluti una serie di problemi.

Il criterio, oltre a vedere un giudice asservito alle più o meno consolidate teorie scientifiche, e dunque, asservito alle valutazioni offerte dalla comunità degli esperti; risultava preclusivo per l'ingresso nel processo di nuove prove scientifiche generate dal progresso tecnologico; oltre che riduttivo per tutti quei settori in cui il confine tra buona o cattiva scienza appare difficilmente tracciabile anche all'interno della stessa comunità scientifica.

Come si è correttamente evidenziato, lo *standard Frye* – pretendendo il solo criterio probatorio della generale accettazione da parte della comunità del criterio proposto dall'esperto – non tiene conto dell'esistenza di discipline intermedie tra scienze esatte e pseudoscienze, «cioè di discipline in cui, per uno stesso problema specifico: esistono più criteri di giudizio in competizione (es.: psichiatria, economia); esiste un criterio, sì, unico, ma provvisto di consenso largo anziché generale (es.: oncologia, tossicologia); esiste un criterio, sì, unico, ma di nuova scoperta, e perciò condiviso da un numero assai limitato di esperti (es.: genetica, immunologia)<sup>31</sup>».

Il *Frye test* generava, pertanto, problemi di individuazione della comunità scientifica di riferimento per tutte quelle prove scientifiche che abbracciano settori multidisciplinari, non lasciando comprendere pienamente quando per essi possa dirsi raggiunto o non raggiunto un consenso generalizzato.

Del resto, far riferimento all'unico parametro della generale accettazione, poteva avere senso solo se la scienza rappresentasse un'entità granitica ed imm modificabile, e non fosse, come difatti è, in continuo movimento e superamento.

Circa settant'anni dopo, quell'unico criterio di ammissibilità della prova scientifica viene perciò ampliato e ricostruito in chiave ancillare rispetto ad altri parametri scanditi nella celebre sentenza *Daubert v. Merrel Dow Pharmaceuticals, Inc*<sup>32</sup>.

---

<sup>31</sup> Cfr. G. CARLIZZI, *Giudice 2.0 e uso del sapere specialistico nel processo penale*, cit.

<sup>32</sup> La vicenda riguardava gli eventuali effetti teratogeni del *Bendectin*, un farmaco antinausea. Gli imputati (*J. Daubert* e *E. Schuller*) nati con gravi malformazioni, sostenevano fossero queste una conseguenza del farmaco assunto dalle loro madri in gravidanza. I giudici di merito non accolsero tale tesi, e la decisione fu portata all'attenzione della Corte suprema federale, che individuò così i parametri di ammissibilità delle prove scientifiche in superamento rispetto all'unico parametro indicato nel caso *Frye*. Per un approfondimento sul caso v. A. DONDI, *Problemi di utilizzazione delle "conoscenze esperte" come "expert witness testimony" nell'ordinamento statunitense*, cit., 1133; Id. *Paradigmi processuali ed "expert witness testimony" nel diritto statunitense*, cit., 261 s.; G. PONZANELLI, *Scienza, verità e diritto: il caso Bendectin*, in *Foro it.*, 1994, IV, 184 s.

Detta pronuncia ha reso indubbiamente più incisivo il ruolo del giudice in tema di ammissione della prova, tenuto conto che il processo statunitense assegna al giudice il compito di decidere, in contraddittorio tra le parti e in assenza della giuria, se la prova possa essere ammessa, sulla base del diretto controllo sull'affidabilità dello strumento scientifico.

Nel cercare di fornire delle linee guida volte a porre chiarezza nel, talvolta, poco nitido confine tra scienza e pseudo scienza, la sentenza *Daubert* prende contezza che il solo criterio dell'opinione di maggioranza del mondo scientifico causa un'*impasse* di sistema; deve conseguentemente essere ammessa la soluzione scientifica che, oltre ad adottare delle metodologie generalmente accettate e riconosciute, sia o possa essere verificata, e dunque falsificata, fornendo *standard* di controllo ed indicando possibili margini di errore.

La Corte, sulla base della premessa che è la metodologia che distingue la scienza da altri campi dell'indagine umana, sostiene che nel giudizio di ammissibilità bisogna tener conto di alcuni aspetti, ovvero: *Verificabilità del metodo*. Il primo carattere che la conoscenza scientifica deve possedere è quello della verificabilità: una teoria è scientifica se può essere controllata mediante esperimenti; *Falsificabilità*. Il secondo criterio richiede che la teoria scientifica sia sottoposta a tentativi di falsificazione; *Sottoposizione al controllo della comunità scientifica*. Si chiede che il metodo sia stato reso noto in riviste specializzate in modo da essere controllato dalla comunità scientifica; *Conoscenza del tasso di errore*. Occorre che al giudice sia reso noto, per ogni metodo proposto, la percentuale di errore accertato o potenziale; la presenza di *standard* costanti di verifica; *Generale accettazione*. Il giudice deve tener conto come criterio ausiliario, se il metodo proposto gode di una generale accettazione della comunità degli esperti. E' bene precisare, in relazione a tale ultimo criterio, che l'accettazione generale della metodologia all'interno della comunità scientifica gode di una lettura del tutto diversa rispetto a quella propria del *Frye test*: resta un criterio da considerare, seppur non necessario né esclusivo.

In altre parole, si afferma che per poter essere ammessa la prova scientifica deve essere esaminata non solo sulla base del requisito esplicito della rilevanza probatoria, ma altresì sulla base del requisito della "affidabilità" della testimonianza mediante esperti, affidabilità valutata non esclusivamente mediante quell'unico criterio esposto nel caso *Frye*.

Per quanto riguarda la pertinenza, la Corte afferma che la prova scientifica, in tanto può esser d'aiuto per risolvere una controversia di fatto, in quanto la teoria dell'esperto sia sufficientemente legata ai fatti del caso: il metodo scientifico, o la tecnologia che si intende utilizzare devono avere un adeguato nesso con il singolo fatto da provare, tale per

cui non basta che il principio, o il metodo siano validi, ma occorre altresì che siano utili ai fini della ricostruzione del fatto nel caso concreto.

La validità del principio scientifico su cui la teoria poggia le proprie basi, richiede che per essere tale che essa si fondi su conoscenze scientifiche che in quanto tali risultino suffragate da argomentazioni e fondamenti scientifici validi, e che non siano piuttosto frutto di speculazioni prive di qualsivoglia riscontro o di personali convinzioni dell'esperto sganciate da dati verificabili perché non fondati sul metodo e sulle procedure proprie della scienza.

Una idoneità all'accertamento del fatto concreto che risulta, dunque, indissolubilmente legata alla affidabilità del metodo stesso: sarebbe, del resto, inutile e non necessario interrogarsi sull'ammissibilità delle risorse tecnico-scientifiche se queste comunque non porterebbero risultati fruibili all'interno del processo.

Tanto il *Daubert case*, quanto i successivi interventi giurisprudenziali<sup>33</sup> che hanno portato nel processo statunitense alla modifica della *Rule 702* con conseguenziale adeguamento della disciplina a tali criteri selettivi in tema di *expert testimony*<sup>34</sup>, tendono ad impedire che materiale non verificabile e privo di un fondamento scientifico possa entrare nel processo e vanificare o alterare l'accertamento processuale. Fermo restano che – si ripete – essi sono rivolti essenzialmente alla fase di ammissione, in quanto nel sistema *adversary* statunitense il ruolo effettivo di “*trier of fact*” è demandato alla giuria.

I criteri della sentenza *Daubert* hanno indubbiamente influenzato l'esperienza italiana, al punto da ritenersi recepiti nel nostro ordinamento anche dalla giurisprudenza più recente<sup>35</sup>.

---

<sup>33</sup> *General Electric Co. v. Joiner*, 522 U.S. 136 (1997); a riguardo cfr. G. CARLIZZI, *Giudice 2.0 e uso del sapere specialistico nel processo penale*, cit., secondo l'Autore il caso «spicca per due ragioni, la seconda delle quali rileva particolarmente ai nostri fini. Da un lato, perché ha chiarito, in contrasto col giudice di appello, che il sindacato di quest'ultimo sulla decisione di quello di primo grado circa l'ammissibilità di una testimonianza esperta vale solo nel caso estremo di “abuso di discrezionalità”. Dall'altro lato e soprattutto, perché ha precisato il tipo di controllo che Daubert ha imposto al giudice di primo grado in base alla FRE 702: esso non si limita all'affidabilità del criterio probatorio proposto dall'esperto, ma si estende alla sua congruenza con le evidenze processuali; e *Supreme Court of the United States*, 23 marzo 1999, *KumhoTire Co. v. Carmichael*, in 23, *The University of New South Wales Law Journal*, n. 1, 2000, 38 s.; la pronuncia «che compie due importanti puntualizzazioni. Innanzitutto, ampliando la portata della FRE 702 fino a farvi rientrare non solo le testimonianze scientifiche, ma ogni tipo di testimonianza specialistica 27. In secondo luogo, riconoscendo che il controllo di affidabilità ivi previsto possa avere ad oggetto non solo i principi e i metodi (cioè i criteri probatori) fatti valere dall'esperto, ma anche la loro applicazione al caso concreto» cfr. Idem.

<sup>34</sup> Sulla dopo *Daubert* si v. O. DOMINIONI, *La prova penale scientifica*, cit., p. 179; E. DONDI, *Problemi di utilizzazione delle “conoscenze esperte” come expert witness testimony nell'ordinamento statunitense*, cit., 1195; F. TAGLIARO-E. D'ALONA-F.P.SMITH, *L'ammissibilità della prova scientifica in giudizio e il superamento del Frye standard: note sugli orientamenti negli Usa successivi al caso Daubert v. Merrel Down Pharmaceuticals, Inc.*, in *Riv. it. med. leg.*, 2000, p. 719.

<sup>35</sup> V. *infra* Cap. II § 1 ss.

Come l'organo giudicante possa operare questa mediazione critica, e dunque come si trovi ad approcciarsi con tali criteri, alla stregua dei quali possa dirsi esaurito il vaglio critico, sarà di seguito oggetto di riflessione.

Ma ci si dovrà chiedere ancor prima quale sia la sede in cui svolgere quest'operazione, ovverosia quale il livello in cui il giudice metta in atto questo filtro.

I contributi giurisprudenziali sul punto sono per lo più proiettati allo stadio finale della valutazione della prova scientifica, mancando di considerare l'utilità che un approccio tendente ad isolare e trattare le singole fasi dell'*iter* probatorio è in grado di offrire.

D'altronde, dall'equivoco di fornire una riflessione sulla prova scientifica affrontata unicamente sotto il profilo valutativo, si otterrebbe una riflessione monca del percorso logico-procedurale che la prova scientifica, come ogni prova, compie nelle fasi antecedenti.

Si rende necessario, dunque, mettere in luce la stretta connessione dialettica tra le fasi che caratterizzano il procedimento probatorio, dall'ammissione alla formazione del materiale, seguendo il razionale sviluppo logico-procedurale, essendo le prime – l'ammissione e acquisizione – serventi all'ordinato e corretto svolgersi della successiva: il problema della valutazione della prova scientifica non può che essere prima il problema dell'ammissione e acquisizione della stessa.

Risolvere il paradosso della valutazione della prova scientifica significherebbe risolvere dapprima il *quando* e il *come* una prova scientifica sarà rispettivamente ammessa ed acquisita.

#### 4. Ammissione della prova scientifica e giudizio di idoneità

Parte della dottrina considera come unici requisiti ai fini dell'ammissione di prove scientifiche all'interno del processo, quelli previsti dall'art 190 c.p.p., non ritenendo condivisibile confidare nell'applicazione analogica dell'art. 189 c.p.p., norma preposta all'ammissione di prove non disciplinate dalla legge; il riferimento è in particolare al giudizio di idoneità nell'assicurare l'accertamento del fatto in relazione all'ammissione di prove scientifiche nuove o controverse, o caratterizzate dall'uso di strumenti di elevata specializzazione<sup>36</sup>. Si sostiene, a ben vedere, che il concetto di idoneità probatoria coincida con un aspetto della rilevanza probatoria di cui all'art. 190 c.p.p., norma

---

<sup>36</sup> G. UBERTIS, *Il giudice la scienza e la prova*, in *Cass. pen.*, 2011, 4113, secondo il quale una interpretazione analogica dell'art. 189 c.p.p. sarebbe di discutibile legittimità alla luce del principio di legalità processuale, che trova riconoscimento non solo nell'art. 111 Cost., ma anche nella C.e.d.u.

preposta all'ammissione di prove tipiche. Si afferma, così ragionando, un giudizio di rilevanza-idoneità che consentirebbe di veicolare nella macchina processuale solo quegli elementi in grado di confermare o smentire l'affermazione probatoria; e si tradurrebbe in un apprezzamento capace di filtrare esclusivamente quanto concretamente fruibile all'interno del processo.

Dunque, un apprezzamento che da un lato permette di evitare uno sterile dispendio di tempo e risorse processuali quando non è comunque possibile ottenere un risultato fruibile ai fini della decisione; dall'altro un apprezzamento non coinvolgente un giudizio sulla forza persuasiva della prova, e quindi non invadente il terreno della valutazione nella fase di ammissione<sup>37</sup>. Si critica, per questa via, l'interpretazione analogica del giudizio di idoneità previsto dal 189 c.p.p. per l'ammissione delle nuove prove scientifiche, in quanto non troverebbe ragion d'essere a fronte del principio di legalità processuale, ed innesterebbe – proprio sulla base del requisito dell'idoneità – una sorta di prevalutazione dell'attendibilità e dell'efficacia della prova, vulnerante i requisiti di imparzialità, terzietà e neutralità metodologica del giudice; e generante altresì una indebita commistione tra la fase di ammissione e quella di valutazione in misura tale da inficiare il diritto alla prova<sup>38</sup>.

Altra dottrina, invece, sostiene che quel giudizio di idoneità probatoria di cui all'art. 189 c.p.p. compete al giudice e coinvolga tanto la prova atipica, in quanto prova non

---

<sup>37</sup> L'art. 190 c.p.p. richiedente il controllo sulla non manifesta superfluità e rilevanza, non sconfina in una anticipazione del giudizio, restando all'interno di una valutazione di utilità in astratto; sul punto v. F. GRIFANTINI, *Art. 190*, in G. CONSO – V. GREVI, *Commentario breve al codice di procedura penale*, Padova, 2005, 539 s.

<sup>38</sup> G. UBERTIS, *La prova scientifica e la nottola di Minerva*, cit., 201 s. Secondo l'Autore «è quindi affidata al giudice l'effettuazione non di un giudizio anticipato sulla forza persuasiva della prova, ma di una stima della capacità per lo strumento impiegato a conseguire un risultato fruibile (anche perché razionalmente argomentabile) per la verifica del singolo enunciato costituente l'ipotizzato oggetto di prova: senza venir meno alla *neutralità metodologica* richiesta a un organo giurisdizionale che in nessun momento anteriore alla decisione finale può essere coinvolto in comportamenti adesivi alla tesi di una delle parti». Così ragionando si seguirebbe una distinzione tra “rilevanza in fatto” e “rilevanza in senso stretto”, rispettivamente l'una riguardante i mezzi di prova, l'altra le fonti; la rilevanza idoneità, così intesa, risulterebbe distinta dal requisito della pertinenza. Si sostiene che per evitare il riferimento all'art. 189 c.p.p. basterebbe riconoscere che per l'assunzione della “nuova prova scientifica” può rinviarsi in buona sostanza alla regolamentazione tipica, sostenendo che le difficoltà di applicare la disciplina prevista per la perizia appaiono superabili con un'adeguata esegesi di quanto già contenuto nelle norme codicistiche; sul punto G. UBERTIS, *Il giudice la scienza e la prova*, cit., 4115, secondo l'Autore trattasi di una visione affine a quella di D. SIRACUSANO, *Studio sulla prova delle esimenti*, Milano, 1959, 58, e M. TARUFFO, *Studi sulla rilevanza della prova*, Padova, 1970, 33. Si è replicato che una tale lettura in termini di rilevanza-idoneità uscirebbe dai confini di cui all'art. 190 c.p.p.: ad essere oggetto di valutazione risulterebbe «l'attitudine della fonte [...] a svolgere in concreto la funzione probatoria assegnatale in astratto», con una indebita «sovrapposizione [...] al giudizio *ex lege*, non consentita dal sistema in fase di ammissione per le prove tipiche» cfr. O. DOMINIONI, *La prova penale scientifica*, cit., 222.

coperta da una previsione legale; quanto per la prova che si avvale di strumenti scientifico-tecnici che si presentino come nuovi o controversi, da non sovrapporre con il precedente ambito di applicazione. Si sostiene criticamente, difatti, che l'art. 189 c.p.p. è frutto di una interpretazione incentrata esclusivamente sul tenore letterale: la locuzione “prove non disciplinate dalla legge” si pone in correlazione negativa con quanto previsto dal catalogo legale, con il quale gli strumenti tecnico-scientifici della conoscenza giudiziale nulla hanno a che vedere<sup>39</sup>. Si ritiene, pertanto, che tale aporia sia frutto di un equivoco alimentato nel tempo: con l'allontanamento dal sistema delle prove legali – ovvero il complesso sistema in cui i risultati probatori erano frutto di precostituite valutazioni del legislatore rimesse alle regole della logica, della conoscenza scientifica e dell'esperienza – si è voluto ripristinare un contatto con il caso concreto e quindi con la ricostruzione processuale del fatto in capo al giudice. Ciò ha coinciso con l'eliminazione dalla normazione legale degli strumenti scientifico-tecnici di ricostruzione processuale del fatto lasciando che nel concreto le singole operazioni probatorie fossero aperte ai progressi e, dunque, alle potenzialità della scienza e della tecnica. Di questo passo, l'individuazione delle regole per l'impiego probatorio di tali nuovi strumenti conoscitivi è stata impropriamente accomunata al tema della prova atipica, ovvero all'apertura processuale verso strumenti probatori non disciplinati dalla legge<sup>40</sup>. Con ciò, l'art. 189 c.p.p. se inteso sol nella sua espressione letterale, paradossalmente non risulta consona proprio all'ambito probatorio che per comune opinione ne rappresenta la primaria ragione d'essere. Pertanto, se per le prove tipiche il giudizio di idoneità è risolto, predefinito ed esaurito già a monte dal legislatore; il giudizio di idoneità e la conseguente applicabilità del regime speciale *ex art. 189 c.p.p.*, si pone necessario per la nuova prova scientifica, ovvero per l'ammissione di mezzi di prova che si avvalgano di strumenti scientifico-tecnici che si presentano come nuovi o controversi o di elevata specializzazione, perché proprio in riferimento a questi il legislatore non ha potuto operare *ex ante* alcun vaglio di idoneità<sup>41</sup>.

---

<sup>39</sup> Cfr. O. DOMINIONI, *La prova penale scientifica*, cit., 32 s.

<sup>40</sup> Cfr. Id., 30 s., l'Autore fonda la riflessione sulla distinzione tra lo strumento di prova, estraneo in quanto tale alle previsioni del catalogo legale, e le componenti dei mezzi di prova che vi sono tipizzati.

<sup>41</sup> Cfr. Id., 03 s., «La questione interpretativa riguarda l'incidenza normativa che va attribuita alla clausola di esordio dell'art. 189 c.p.p. Essendo tali disposizioni riferite alla “prova non disciplinata dalla legge” sembrerebbe che esse siano dedicate esclusivamente alla prova atipica [...] e non agli strumenti scientifico-tecnici che in esso non hanno alcuna previsione. Senonché il dato letterale è soverchiato da tutti i ben più consistenti fattori logico-sistematici e storici di cui si dispone per interpretare la norma nell'intera sua struttura. [...] L'art 189 c.p.p. è stato previsto precipuamente per regolare l'introduzione del processo della nuova prova scientifica migliorando l'accertamento del fatto, al punto che ciò ne costituisce la primaria *ratio legis*»; lo stesso Autore, per quanto riguarda la differenza tra i regimi di ammissione di cui agli artt. 190 e 189 c.p.p., afferma che mentre il primo è un regime di “inclusione”, con il quale vanno ammessi i mezzi di prova richiesti dalle parti, purché non ne risultino connotazioni negative (prove non rientranti in

Due posizioni a confronto, che impongono qualche ulteriore precisazione.

Se l'art. 189 c.p.p., nasce dalla necessità di regolare l'ingresso delle nuove risorse provenienti dal progresso tecnologico e scientifico, il vaglio sull'accertamento dell'idoneità ad assicurare l'accertamento del fatto, ovvero dell'idoneità nella situazione concreta ad introdurre nel processo un elemento di prova utile alla ricostruzione del fatto – accanto al giudizio sulla non lesività della libertà morale della persona – assicura uno sbarramento nel processo stesso alla c.d. “scienza spazzatura” o metodi *contra legem*, senza con ciò cadere nel pericolo di intaccare il diritto alla prova con una prevalutazione in una fase che è tutta rivolta alla sola ammissione dell'elemento di prova<sup>42</sup>.

Supporre operante la medesima *ratio* che fonda il regime di ammissione della prova innominata, nel giudizio di idoneità che spetta al giudice a fronte di prove scientifiche nuove o controverse, appare condivisibile nella misura in cui si tenga conto da un lato l'*intentio legis* sottesa all'art. 189 c.p.p.; dall'altro l'evoluzione del concetto di scienza così come sopra descritto.

Il fine perseguito con la formulazione dell'art. 189 c.p.p. – così come sottolineano i lavori preparatori della norma – è quello di «evitare eccessive restrizioni ai fini dell'accertamento del fatto, tenuto conto del continuo sviluppo tecnologico che estende le frontiere dell'investigazione, senza mettere in pericolo le garanzie difensive»<sup>43</sup>. Quindi, altro non tende l'art. 189 c.p.p. se non ad un allargamento delle potenzialità dell'accertamento del fatto dettate dal progresso socio-tecnologico, permettendo perciò l'utilizzazione probatoria di mezzi di prova generati dalle nuove o più progredite tecnologie; ed altro non pretende se non di evitare che proprio il principio di tassatività dei mezzi di prova, potesse restringerne l'utilizzo a quelli soltanto rientranti nel catalogo legale.

Paradossalmente, è proprio dalla disciplina prevista da tale norma che si coglie la premessa interna al nostro sistema probatorio, proiettato non verso il principio di libertà

---

divieti probatori, manifestamente superflue o irrilevanti); il secondo è un regime di “esclusione”, tale per cui dovranno risultare non soltanto le connotazioni negative come per il primo, ma altresì connotazioni positive (idoneità all'accertamento del fatto e non lesività della libertà morale della persona); precisando che il vaglio di idoneità è espresso – così come dalle indicazioni offerte nell'art. 190 c.p.p. – in termini di “manifesta idoneità”, cfr. O. DOMINIONI, *L'ammissione della nuova prova penale scientifica*, in *Dir. pen. proc.*, Dossier 2008, 21.

<sup>42</sup> Cfr. Id., *La prova penale scientifica*, cit., 229, «Se per un verso non è immaginabile alcun orientamento, sia esso costruito in chiave autoritativa o come processo di parti, che non preveda il potere del giudice di selezionare le richieste probatorie delle parti, per un altro verso i parametri di questa selezione vanno concepiti in termini per cui il provvedimento sull'ammissione non dipenda da un giudizio di prevalutazione della prova».

<sup>43</sup> *Relazione al Progetto preliminare del 1988*, in CONSO-GREVI-NEPPI-MEDONA, *Il nuovo codice di procedura penale. Dalle leggi delega ai decreti delegati*, IV, *Il progetto preliminare del 1988*, Padova, 1990, 553.



delle forme, bensì operante attraverso quello opposto di legalità della prova: laddove si tratti di ammettere prove non rientranti nel novero di quelle le cui modalità di assunzione non sono previste *ex lege*, o utilizzazione di strumenti e metodi scientifici non espressamente disciplinati, il giudice non sarà libero di ammettere, ma sarà tenuto a compiere per le prove atipiche, nonché – secondo l’orientamento che si intende condividere – per le prove scientifiche nuove o utilizzanti strumenti e metodi scientifici all’avanguardia, un’opera di predeterminazione, così come il legislatore fa per le prove tipiche; ovvero sarà tenuto a riempire *ex ante* di contenuto normativo le modalità di assunzione in contraddittorio tra le parti, quale garanzia di prevedibilità e controllabilità che il legislatore intende sottoporre a tutte le prove, tipiche o atipiche che siano.

E’ ricorrente invece l’affermazione che la previsione *ex lege* di una norma che legittimi l’ammissione di prove atipiche, comporti una generale esclusione della tassatività probatoria, intesa come prescrizione per cui le operazioni probatorie debbano inderogabilmente riprodurre i modelli legali<sup>44</sup>. Non si ritiene di poter convenire con quest’assunto nella misura in cui problemi di affermazioni espresse o non espresse del principio di tassatività/non tassatività dei mezzi di prova, andrebbero risolti su un piano diverso, anch’esso formale, ma più rispettoso delle reali intenzioni del legislatore del 1988, che è il piano della legalità processuale<sup>45</sup>.

In quest’ottica la struttura dell’art.189 c.p.p. è affermazione di questo principio, e non eccezione; dunque, non è tanto norma speciale rispetto il principio di tassatività dei mezzi di prova, quanto norma esaudiente il principio di legalità processuale e legalità della prova.

Ciò non toglie che il legislatore laddove abbia previsto particolari, precise ed inderogabili modalità di assunzione abbia indubbiamente designato un’attenzione al principio di tassatività in materia probatoria; ma è altrettanto vero che per altri mezzi di prova, anche laddove espressamente disciplinati (si pensi, per esempio, alla perizia *ex art.* 220 e s.) è lasciato un innegabile margine di indeterminatezza dettata dal progresso

---

<sup>44</sup> L’affermazione compare in giurisprudenza, diffusamente in tema di riconoscimenti informali: *ex multis* Cass. pen. Sez I, 11 maggio 1992, in *Giust. pen.*, 1993, III, 397, «E’ valido ed utilizzabile il riconoscimento informale operato in dibattimento nel corso dell’esame testimoniale, nei confronti dell’imputato presente. Tale riconoscimento costituisce atto di identificazione diretta, sottratto alle forme di assunzione della ricognizione. Né può, in contrario, invocarsi un preteso principio di tassatività delle prove, posto che tale principio non è recepito dal codice vigente, che anzi prevede la possibilità di assunzione di prove atipiche».

<sup>45</sup> Sul punto T. RAFRACI, *Ricognizione informale dell’imputato e (pretesa) infungibilità delle forme probatorie*, 1740, sottolinea l’importanza di risolvere la questione sul piano della legalità della prova intesa come soggezione del conoscere giudiziale a regole di “razionalità gneoseologica” e/o di *fairness* processuale essenzialmente tipizzate in sede legislativa e destinate ad operare *ex ante*, quali limiti ai metodi dell’accertamento, invece che *ex post*, quali criteri di critica del risultato probatorio al momento della valutazione e in sede di motivazione.

tecnologico, ovvero dall'utilizzazione di metodi, strumentazioni, nozioni, che sfuggono a qualsivoglia predeterminazione legale.

Ed è qui che giunge la *ratio* dell'art. 189 c.p.p.: non lesione del sistema legale delle prove, né irrigidimento dinanzi al progresso tecnologico; bensì una norma che il legislatore ha dettato per consentire l'ingresso nel processo di prove non predeterminabili dalla legge, in linea con lo sviluppo tecnico-scientifico in qualsivoglia ramo del sapere.

Ebbene, quanto appena affermato si pone esattamente in linea con quella che abbiamo visto essere la concezione dinamica e mutevole, dunque *post* positivistica della scienza: se la *ratio* dell'art. 189 c.p.p. è quella di non mortificare lo sviluppo e il progresso scientifico, alla luce di una statica predeterminazione legale della prova, è allora in questa norma che si rifletterà la consapevolezza della dinamicità della scienza.

Se, essa è in continuo movimento e mutamento, si ritiene di poter estendere il giudizio di idoneità ai fini dell'accertamento del fatto, per le prove scientifiche nuove o controverse o di elevata specializzazione, così come per tutte le prove che in quanto tali si fondano ed utilizzano strumenti tecnico-scientifici.

E' il metodo, la modalità, lo strumento a connotare di scientificità la prova; e anche laddove si tratti di uno strumento probatorio tradizionale che possa ben trovare un referente tipico, ciò non dovrebbe escludere un vaglio di idoneità dello strumento stesso: una prova peritale *ex art* 220 e s., potrà per il suo espletamento utilizzare strumenti tecnico scientifici, tradizionali e non, che necessitano di un controllo di idoneità compiuto dal giudice caso per caso, in linea con lo sviluppo tecnologico di quel determinato momento storico, in quel determinato processo; un controllo che potrebbe sfuggire a qualsiasi determinazione in termini di idoneità *ex ante* da parte del legislatore, pur avendo quest'ultimo predisposto il mezzo di prova in astratto, perché è lo strumento, il metodo di riferimento la focale cui dirigere l'attenzione.

Così ragionando, confidando nella medesima lettura unitaria della materia in tema di ammissione delle prove, che ha condotto quella parte della dottrina a ritenere operante il giudizio di idoneità all'interno di quello di rilevanza *ex art* 190 c.p.p., ci si allontana da questa lettura, e si arriva invece a sostenere l'estensione del giudizio di idoneità probatoria per la prova scientifica esterno al 190 c.p.p., ma all'interno del principio di legalità processuale, tracciato sulla base dell'art. 189 c.p.p., la cui norma nasce e vive per seguire i progressi della scienza, e non può che estendersi a tutto il processo di formazione della prova scientifica<sup>46</sup>.

---

<sup>46</sup> Dubbi sulla praticabilità di tale soluzioni sono avanzati da F. CAPRIOLI, "La scienza cattiva maestra": le insidie della prova scientifica nel processo penale, cit. 3520 s.; si v. anche i contributi di S. RENZETTI, *La prova scientifica nel processo penale: problemi e prospettive*, in *Riv. Dir. Proc.*, 2015, 2, 399 s.

Fatte queste premesse, occorrerà stabilire i parametri in base ai quali il giudice debba operare tale vaglio in sede di ammissione. I criteri riflettono per lo più quelli tramandati dall'esperienza statunitense, da tempo occupata sul tema del vaglio preliminare di affidabilità delle teorie e dei metodi scientifici che entrano nel processo.

I parametri cui il giudice deve attenersi nella verifica dell'idoneità probatoria, possono individuarsi nel controllo di validità del principio scientifico; della verificabilità del metodo tecnologico o della pratica tecnica, ovvero dello strumento probatorio che si intende utilizzare; la falsificabilità dello stesso; la sottoposizione a controllo mediante una revisione critica da parte degli esperti; l'indicazione del margine di errore; la generale accettazione della comunità degli studiosi. Inoltre occorrerà che lo strumento probatorio che si intenda utilizzare risulti avere un nesso adeguato con il *thema probandum*, tale da offrire con un giudizio prognostico un reale contributo ai fini dell'accertamento del fatto; che sia sufficientemente comprensibile al giudice e alle parti, e che dunque si proietti nel dibattito già in fase di ammissione, in maniera quanto più chiara e lineare possibile; e che sia tale da non ledere ragionevoli esigenze di economia processuale<sup>47</sup>.

Si è sostenuto, talvolta, che l'inammissibilità della prova, in quanto fondata su criteri scientifici non attendibili, costituisce una regola di esclusione e non un criterio di valutazione della prova: «il giudice (sia pure con una valutazione rivedibile e non definitiva) neppure deve ammettere la prova che sia fondata su un metodo scientifico inaffidabile. Se l'affidabilità è dubbia ovvie ragioni di prudenza consiglierebbero invece di riservare alla fase della decisione la soluzione del problema»<sup>48</sup>.

Per consentire da parte del giudice il vaglio di idoneità della prova occorrerà procedere ad un potenziamento del contraddittorio anche nella fase di ammissione: il giudice, pertanto, dovrà esercitare, un controllo critico sull'idoneità intesa tanto sulla base della reale scientificità del metodo, quanto intesa in termini di rilevanza ai fini dell'accertamento nel caso concreto: tutto ciò, oltre che seguire la lettera del 189 c.p.p. rispecchia quanto indicato dalla celebre pronuncia *Daubert*.

E' sì vero che il giudice, solo a seguito dell'esame e del controesame degli esperti, ovvero a seguito di un proficuo contraddittorio dibattimentale, possa in concreto operare un vaglio indubbiamente più critico sulla prova scientifica, perchè nella fase di ammissione potrebbe essere sprovvisto degli elementi necessari per tale giudizio; ma è

---

<sup>47</sup> Per una trattazione completa dei singoli aspetti di ogni parametro si rinvia al saggio più volte citato, O. DOMINIONI, *La prova penale scientifica*, cit., 207 s., in cui si sottolinea che il giudizio è allo stato degli atti, in chiave di *non manifesta* inidoneità all'accertamento del fatto, e dunque in chiave di valutazione preliminare tale da non infirmare il diritto alla prova delle parti.

<sup>48</sup> C. BRUSCO, *La valutazione della prova scientifica*, in Aa. Vv., *La prova scientifica nel processo penale*, cit., 44, precisando che nel caso della consulenza tecnica il problema dell'affidabilità è verosimile si ponga nella fase della valutazione della prova.

altrettanto vero che auspicare un potenziamento del contraddittorio anche nella fase di ammissione, sulla base di preventivi oneri di *discovery* in capo alle parti richiedenti, condurrebbe ad escludere metodi e tecniche che già *prima facie* appaiano sforniti di basi scientifiche, o inadeguati al caso concreto.

Del resto, il contraddittorio previsto dal 189 c.p.p. per decidere sulla modalità di acquisizione della prova, ben riflette questa esigenza di dialogo preventivo sulla idoneità del mezzo di prova, tra sapere scientifico e reale fruibilità all'interno del processo.

In chiave di rafforzamento del diritto alla prova è, pertanto, necessario che anche nella fase di ammissione venga valorizzato il contraddittorio ai fini della formazione del materiale probatorio, e dunque che le parti abbiano conoscenza *ex ante* dei criteri in base ai quali possano esercitarlo in concreto. Mettere queste in condizioni di poter interloquire sulle modalità di assunzione, significa stabilire una comunicabilità tra processo e scienza, indispensabile per garantire un buon uso di quest'ultima all'interno della macchina processuale.

#### 4.1. *Riflessi sull'indagine genetica*

Specificatamente per la prova del DNA, la sua collocazione all'interno della perizia non dovrebbe comportare, per ciò solo e sulla base di quanto su espresso, l'esclusione dell'applicabilità del 189 c.p.p. e del relativo vaglio di idoneità: il legislatore ha predeterminato il mezzo di prova *ex lege*, ma ciò che sfugge al preventivo controllo di idoneità è lo strumento tecnico scientifico utilizzato.

Collocare la prova del DNA all'interno della perizia, nulla dice circa la metodologia concretamente seguita; del resto non poteva essere diversamente: non può una norma cristallizzare una realtà scientifica in continuo mutamento e avanzamento tecnologico.

E ciò che consente di tenere il passo con la scienza è proprio l'art. 189 c.p.p.

Un previo vaglio di ammissione, che si fondi sui presupposti indicati da tale norma e che concretamente usufruisca del contraddittorio sulle modalità di acquisizione, si ritiene che potrebbe utilmente estendersi al vaglio sull'accertamento genetico, mettendo in condizione il giudice di conoscere e di direzionare l'indagine stessa verso un risultato oltre che processualmente idoneo all'accertamento del fatto, scientificamente supportabile e dimostrabile in dibattimento<sup>49</sup>.

---

<sup>49</sup> Cfr. F. CAPRIOLI, *La scienza "cattiva maestra": le insidie della prova scientifica nel processo penale*, cit., «il problema assume rilevanza anche nel nostro sistema processuale sia per ragioni di tutela del principio di ragionevolezza dei tempi del processo sia per ragioni di profilassi cognitiva, dovendo essere evitati, per un verso, i rischi di svolgimento di attività processuali inutili, e, per altro verso, i rischi di

Ritenere applicabile l'art. 189 c.p.p. «rispetta le inequivoche intenzioni del legislatore; rivitalizza una disposizione di legge altrimenti destinata a una sostanziale disapplicazione; individua un "luogo" processuale – l'udienza di audizione delle parti – nel quale (anche grazie ad un oculato impiego, da parte del giudice, del potere di regolare le modalità acquisitive della prova) potrebbe trovare terreno fertile quella cultura dei rapporti tra sapere scientifico e sapere giudiziario che si è visto essere indispensabile per evitare al giudice e alle parti di cadere nelle "trappole" della scienza»<sup>50</sup>.

Tuttavia, parte consistente della dottrina (compresa quella da ultimo citata), ritiene che dalla collocazione normativa all'interno della perizia operata con la L. 85 del 2009, dipende la qualificazione della prova del DNA quale mezzo di prova tipico, fondato su un più sicuro affidamento nei parametri di cui al 190 c.p.p.; pertanto la perizia biologica dovrà ritenersi esclusa soltanto se risulta superflua o irrilevante<sup>51</sup>.

Per le ragioni su indicate, si ritiene invece di estendere al giudizio in termini di ammissione probatoria quello previsto dell'art. 189 c.p.p., sulla base di un dialogo tra le parti, in questo settore estremamente utile proprio a fronte della potenzialità discriminativa del DNA e del peso che essa può potenzialmente rivestire all'interno del processo.

E', infatti, proprio la particolarità della prova del DNA, che risulta scissa tra quello che in teoria dovrebbe essere, e quello che in pratica accade, a dover far riflettere maggiormente sulla relativa disciplina: in teoria dovrebbe essere posta accanto al complesso delle prove, senza vantare alcun privilegio dimostrativo rispetto alle altre, alla luce di una gerarchia tra queste, difatti, assente nel nostro ordinamento; in pratica finisce per assumere un peso esponenziale, addirittura in grado di sovvertire gli strutturali criteri distintivi tra indizi e prova, arrivando a far sostenere si tratti, talvolta di prova, talvolta di indizio, a seconda della persuasività dell'accertamento, anziché della diretta/indiretta rappresentatività del fatto<sup>52</sup>.

Consapevoli della portata di tale disciplina – pur ponendo per un attimo da parte le complessità evidenziate in relazione alla tutt'altro che rara ipotesi in cui nell'analisi del

---

inquinamento dell'attività istruttoria che inevitabilmente derivano dall'acquisizione di elementi conoscitivi adulterati».

<sup>50</sup> Cfr. Id., l'Autore sostiene che esiste tuttavia «un grave ostacolo all'accoglimento di una simile proposta esegetica. L'art. 189 c.p.p., in linea con le intenzioni del legislatore, troverebbe applicazione solo in presenza di strumenti scientifici "nuovi" o ancora "controversi": ma - anche a prescindere dal carattere largamente discrezionale della valutazione che andrebbe operata dal giudice in ordine alla sussistenza di tali requisiti - la norma non fa alcuna distinzione al riguardo».

<sup>51</sup> Cfr. P. FELICIONI, *L'acquisizione di materiale biologico a fini identificativi o di ricostruzione del fatto*, cit.; C. FANUELE, *La prova genetica: acquisire, conservare ed utilizzare i campioni biologici*, in *Dir. pen. proc.*, 2015, 1, 97.

<sup>52</sup> Sul punto v. *infra* Cap. II, § 1.

DNA incidano fattori in grado di comprometterla, evidenziati nell'ambito dei limiti scientifici dell'analisi stessa (DNA degradato, basso numero di copie, tracce miste ecc.) – si potrebbe giungere ad un duplice e controverso approdo: l'uno teso a preservare qualsiasi contenuto informativo proveniente dall'indagine genetica, proprio in virtù della potenzialità della stessa, per sussumerlo così all'interno di un giudizio valutativo da parte del giudice e non lasciarlo sfuggire ad esso all'interno di rigide regole di esclusione; l'altro atteggiamento, per gli stessi motivi, più cauto e teso a far in modo che solo un rigoroso contributo informativo, concretamente utile all'accertamento del fatto in quanto scientificamente sostenibile, e dunque dimostrabile, possa confluire nel dibattito prima e tra il materiale utilizzabile per la decisione poi.

Tra i due diversi atteggiamenti, si protende per il secondo. Ciò per via, sia delle ragioni su indicate, concernenti l'interpretazione dell'art. 189 c.p.p.; sia per via della delicatezza dell'analisi genetica tutta, e limiti ad essa connessi, di cui si è cercato di offrire una – seppur non esaustiva – trattazione all'interno dell'inquadramento scientifico.

Del resto, ammettere un mezzo di prova del quale, sin dall'inizio, possa dubitarsi concretamente della reale potenzialità ai fini dell'accertamento del fatto, significa – oltre che far perdere risorse in termini di economia processuale – allestire un pericoloso meccanismo di bilanciamento in fase di successiva di valutazione. In altre parole, un risultato non affidabile (per le svariate ragioni indicate in punto di complessità e limiti dell'indagine genetica) sarebbe opportuno che fosse escluso sin dall'inizio dal materiale a disposizione del giudice, e quindi utilizzabile per la decisione; sarebbe, cioè, opportuno che tale risultato non divenisse proprio oggetto di qualsivoglia vaglio critico da parte del giudice, ancorchè – nel migliore dei casi – orientato alla (non sempre dimostrabile) poca affidabilità dello stesso.

Il giudice, infatti, potrebbe ritenere quell'esito dell'indagine genetica, seppur basato su un metodo scientifico poco affidabile, un elemento di supporto in un quadro indiziario convergente verso il medesimo risultato, magari omettendo un doveroso vaglio in termini di capacità probante e univocità dello stesso perché orientato verso la c.d. teoria della convergenza del molteplice; e, in questo modo, ritenere rilevante ai fini della prova del fatto quello che doveva essere più opportunamente escluso dal bagaglio delle conoscenze utilizzabili per la decisione. E ciò, nella migliore delle ipotesi: perché non è scontato che la prova del DNA risulti inquadrata nell'ambito della prova indiziaria<sup>53</sup>.

Indubbiamente, un simile modo di ragionare, non risulta privo di difficoltà: puntare alla valorizzazione della fase di ammissione, e in particolare dell'estensione del giudizio di idoneità e del contraddittorio previsto *ex art.* 189 c.p.p., senza con ciò ritenere per forza

---

<sup>53</sup> Sul punto v. *infra* Cap. II, § 1.

operante una intrusione nella fase di valutazione, in quanto vaglio che ricomprende solo le ipotesi in cui l'idoneità risulti chiaramente evidente e non vi siano dubbi in merito (dubbi che eventualmente sussistessero potrebbero essere sopiti solo in fase di acquisizione e successiva valutazione); richiede comunque delle precisazioni a fronte dei riflessi in ambito di accertamento genetico.

Innanzitutto, occorre una non semplice dimestichezza nel distinguere prova chiaramente non idonea all'accertamento del fatto; da prova apparentemente idonea all'accertamento del fatto: quando si parla di analisi genetica, la reale utilità dipenderà da un coacervo di fattori, che è quasi impossibile stabilire *ex ante*, perché ricompresi nelle scelte dell'analista e nelle condizioni concretamente sussistenti al momento dell'analisi, in cui ogni fase precedente influenza immancabilmente la fase successiva; in cui solo *ex post* sarà possibile stabilire se si sia seguito un metodo scientifico affidabile o meno, ad analisi compiuta e dunque a perizia biologica già ammessa.

Ed inoltre, non sempre è possibile effettuare *ex ante* la valutazione di affidabilità dello strumento tecnico-scientifico, non potendo il giudice stabilire in anticipo il metodo da seguire all'interno di un complesso quadro di conoscenze scientifiche che necessitano una padronanza tale che solo il genetista potrà vantare di avere.

Essere coscienti di tali difficoltà, però, non dovrebbe condurre ad eliminare il necessario vaglio in termini di idoneità, tutte le volte in cui la valutazione preventiva è, invece, possibile.

Si pensi ad un accertamento irripetibile compiuto nella fase delle indagini di cui si chieda l'acquisizione dei relativi esiti in dibattimento. In particolare, si pensi al caso in cui né in fase di raccolta né nelle fasi successive siano apprestati tutti gli accorgimenti necessari a preservare la genuinità dell'esito finale; si pensi all'ipotesi di mancato rispetto delle cautele previste in tema di catena di custodia, tese per l'appunto a sostenere l'affidabilità dell'accertamento genetico; non si può sostenere che ciò possa assumere un peso solo in fase di valutazione probatoria, anziché incidere negativamente nella fase anteriore, e con ciò condurre ad un giudizio di esclusione del relativo accertamento.

In queste ipotesi, il contraddittorio tra le parti circa le modalità di assunzione della prova lascerebbe emergere le relative lacune e impedirebbe al materiale probatorio di superare il vaglio di ammissione e così incidere solo in fase di valutazione; quand'anche sarebbe più opportuno che proprio in fase di ammissione fosse bloccato, sulla base di «un giudizio "postumo" di idoneità del *modus operandi*»<sup>54</sup>.

---

<sup>54</sup> Cfr. Id., tuttavia – si ripete – l'Autore pur valorizzando l'apprezzabile merito di una ricostruzione che si fonda sul 189 c.p.p. ritiene di condividere la dottrina che invece assegna il compito di garantire il vaglio preliminare di attendibilità dello strumento scientifico servendosi unicamente dei parametri indicati dall'art. 190 c.p.p.: «benché meno "partecipati" – e imperniati su parametri normativi forse meno stringenti

#### 4.2. Diritto all'ammissione della prova peritale

Correttamente inquadrata all'interno di una cornice *post* positivistica, la scienza, è un'entità in continuo mutamento e superamento; a ciò fa seguito che ciascuna parte nel processo penale ha il diritto di mettere in dubbio nel contraddittorio la teoria scientifica formulata dalla controparte, o esposta dal perito nominato dal giudice.

Ne consegue che, per rendere applicabile il metodo falsificazionista, tutte le parti vantano un diritto all'ammissione della prova scientifica<sup>55</sup>.

Preme, allora, valutare se la disciplina della perizia si presta a questa lettura, in termini di diritto all'ammissione della stessa in capo alle parti.

Indubbiamente, la considerazione per cui rappresenti una prova del giudice è di ostacolo alla realizzazione di un contraddittorio pieno<sup>56</sup>, ed è diretta conseguenza del considerare la stessa quale "prova neutra". La locuzione – si afferma – descrive una prova imparziale, che non segue le ragioni né dell'accusa né della difesa: una prova che, in quanto tale, non può essere richiesta dalle parti alla luce di un diritto alla prova peritale; e per la medesima *ratio* non può essere richiesta a titolo di prova contraria<sup>57</sup>.

---

della "idoneità ad assicurare l'accertamento dei fatti" di cui all'art. 189 c.p.p. –, questi meccanismi di selezione preventiva del sapere specialistico avrebbero il pregio di applicarsi a tutti gli strumenti scientifici utilizzati a fini probatori, a prescindere dalla loro ritenuta "novità" o dal loro ritenuto carattere ancora "controverso"».

<sup>55</sup> Cfr. P. TONINI, *Dalla perizia "prova neutra" al contraddittorio sulla scienza*, in *Dir. pen. proc.*, 2011, 3, 362-363: «Il ragionamento da applicare è il seguente: se davvero la causa del fatto storico era quella ipotizzata, essa, in base alle leggi scientifiche prospettate, avrebbe dovuto provocare anche ulteriori effetti. E allora, occorre che le parti possano indagare se quegli effetti si sono verificati. Se, viceversa, tali effetti non si sono verificati, allora si può mettere in dubbio la validità in concreto della legge scientifica ipotizzata. [...] Se la prova a carico dell'imputato deriva dalla applicazione di una legge scientifica, ciò non esime dal ricercare e valutare se, comunque, restano in piedi altre differenti ricostruzioni alternative del fatto storico»; sul punto v. *infra* 2.2.

<sup>56</sup> Sul punto P. TONINI, *Dalla perizia "prova neutra" al contraddittorio sulla scienza*, cit., 363 s.; C. CONTI, *Iudex peritus peritorum e ruolo degli esperti nel processo penale*, cit., 29 s.

<sup>57</sup> Cfr. Cass. pen., Sez. I, 17 giugno 1994, «L'art. 495 comma 2 c.p.p. sancisce il diritto dell'imputato all'ammissione delle prove da lui dedotte "a discarico" sui fatti costituenti oggetto della prova "a carico"; il diritto alla controprova, tuttavia, non può avere ad oggetto l'espletamento di una perizia, mezzo di prova per sua natura neutro e, come tale, non classificabile né "a carico" né "a discarico" dell'accusato, oltretutto sottratto al potere dispositivo delle parti e rimesso essenzialmente al potere discrezionale del giudice la cui valutazione, se assistita da adeguata motivazione, è insindacabile in sede di legittimità; deve conseguentemente negarsi che l'accertamento peritale possa ricondursi al concetto di "prova decisiva" la cui mancata assunzione costituisce motivo di ricorso per cassazione ai sensi dell'art. 606 lett. d c.p.p.»; Cass. pen., Sez. V, 30 aprile 1997, in *Giust. pen.*, 1998, III, 309; Cass. pen., Sez. VI, 7 luglio 2003, B., in *Cass. pen.*, 2004, 4164; Cass. pen., Sez. VI, 22 maggio 2007, C., in *Guida dir.*, 2007, 43, 84; Cfr. C. CONTI, *Iudex peritus peritorum e ruolo degli esperti nel processo penale*, cit., 29 s.



In altre parole, la scelta se disporre o meno della stessa spetta solo al giudice.

Preliminarmente, occorre chiedersi se questo tipo di conclusione si addice ad una concezione di scienza fallibile e superabile; perché, evidentemente, all'interno di questa cornice *post* positivistica, l'applicazione di un metodo scientifico anziché un altro, può mutare le sorti di un processo: «la scelta del metodo scientifico non è mai, in sé, neutra; dipende dal singolo esperto, dalla sua competenza, dal laboratorio in cui opera, dall'aver osservato la catena di custodia»<sup>58</sup>.

Il complesso *iter* per la formazione della prova, quand'anche di prova peritale si tratti, dovrà avvenire in contraddittorio tra le parti, un contraddittorio che necessariamente dovrà vertere anche sul metodo utilizzato dall'esperto e sulla competenza di quest'ultimo, che non perché solo esperto nominato dal giudice si sottrae a queste valutazioni.

Definire la perizia una prova neutra perché imparziale, rischia, però, di sottintendere una maggiore affidabilità – proprio perché, si dice, prova non della accusa né della difesa – rispetto alle ricostruzioni offerte dalle parti; e rischia, altresì, di scontare il vaglio critico che il giudice rivolge verso tutte le prove<sup>59</sup>: asserire una sua neutralità, potrebbe portare il giudice a piegarsi acriticamente sulle ricostruzioni scientifiche offerte dall'esperto, senza offrire un adeguato e razionale contributo critico che – al pari di ogni altra prova, e sulla base del principio del libero convincimento – si esplica anche per prova peritale: «appare illogico riconoscere al perito in quanto tale un *quid pluris* di affidabilità, a pena di un ritorno alla prova legale»<sup>60</sup>.

A fronte di una «ricerca falsificabile» il giudice non può limitarsi, pertanto, a ricevere acriticamente i risultati dell'indagine scientifica ma dovrà sottoporli ad analisi: nei casi di «perizia a contenuto altamente valutativo» la motivazione della decisione giurisdizionale non deve semplicemente limitarsi ad un mero richiamo acritico alle

---

<sup>58</sup> Cfr. TONINI, *Dalla perizia "prova neutra" al contraddittorio sulla scienza*, cit., 363

<sup>59</sup> Sul rapporto tra perizia e motivazione *per relationem* si v. Cass. pen., Sez. V, 9 novembre 2016 (ud. 23 settembre 2016), n. 46955 - Pres. P. Savani - R. G. Lapalorcia, con nota di M. CECCHI, *L'«autonoma valutazione» del giudice quale baluardo contro l'appiattimento sulla prova scientifica*, in *Dir. pen. proc.*, 2017, 7, 915, s., in motivazione: «per quanto risponda a principi consolidati che il giudice possa porre a fondamento del proprio convincimento - e perfino trasfondere nella motivazione della sentenza - le osservazioni del perito o comunque fare ad esse riferimento, costituisce nondimeno *jus receptum* che, allorché il giudice ritenga di aderire agli accertamenti tecnici peritali, debba tuttavia motivare - per quanto non necessariamente in modo particolarmente diffuso - tale adesione, anche per confutare la tesi contraria sostenuta dalle parti, dimostrando di aver comunque criticamente valutato le conclusioni dell'elaborato tecnico e di non aver ignorato le argomentazioni dei consulenti».

<sup>60</sup> Cfr. C. CONTI, *Iudex peritus peritorum e ruolo degli esperti nel processo penale*, cit., 29 s.

conclusioni, ma deve dare conto della fondatezza ed attendibilità delle valutazioni del perito<sup>61</sup>.

Fermo restando, dunque, il necessario vaglio anche sulla prova peritale, l'equivoco permane, e verte proprio sulla qualificazione della perizia come prova neutra.

Per costante affermazione giurisprudenziale – come si anticipava – si esclude che essa possa formare oggetto di una richiesta di prova per il tramite delle parti; di conseguenza non potrà neppure essere richiesta a titolo di prova contraria a norma dell'art. 495, comma 2, c.p.p., in quanto mezzo di prova neutro, non rientrante nel concetto di prova decisiva, né, pertanto, legittimante il motivo di ricorso in Cassazione ai sensi dell'art. 606, comma 1, lett. d); a conferma di ciò volge la constatazione per cui sia un mezzo di prova rimesso alla piena disponibilità del giudice<sup>62</sup>; affidato, cioè,

---

<sup>61</sup> Cfr. A. BELLOCCHI, voce *Perito e perizia*, in *Dig. disc. pen.*, III Agg., II tomo, Torino, 2005, 1078; in giurisprudenza *ex multis* Cass. pen., Sez. I, 11 novembre 1993, n. 11706, in rv. 196075 «In tema di valutazione delle risultanze peritali, [...] sarebbe contraddittorio pretendere dal giudice la autonoma dimostrazione della esattezza delle conclusioni raggiunte dal perito, quando a tali conclusioni egli ritenga di prestare adesione, dovendosi invece ritenere sufficiente che dalla motivazione del provvedimento giurisdizionale risulti come detta adesione non sia stata acritica e passiva, ma sia stata frutto di attento e ragionato studio, necessariamente condotto, peraltro, nel presupposto che le suddette conclusioni peritali, sia per la "particolare competenza" di cui il perito deve presumersi fornito ( art. 221 c.p.p. ), sia per l'impegno che egli deve assumere all'atto del conferimento dell'incarico ( art. 226 comma 1 c.p.p. ), siano, fino a prova contraria, affidabili»; cfr. Cass. pen., sez. IV, 13 maggio 2011, n. 24573 «In virtù dei principi del libero convincimento del giudice e di insussistenza di una prova legale o di una graduazione delle prove, il giudice ha la possibilità di scegliere, fra le varie tesi scientifiche prospettate da differenti periti di ufficio e consulenti di parte, quella che ritiene condivisibile, purché dia conto, con motivazione accurata e approfondita delle ragioni del suo dissenso o della scelta operata e dimostri di essersi soffermato sulle tesi che ha ritenuto di disattendere e confuti in modo specifico le deduzioni contrarie delle parti, sicché, ove una simile valutazione sia stata effettuata in maniera congrua in sede di merito, è inibito al giudice di legittimità di procedere a una differente valutazione, poiché si è in presenza di un accertamento in fatto come tale insindacabile dalla Corte di cassazione, se non entro i limiti del vizio motivazionale».

<sup>62</sup> Cfr. Cass. pen., Sez. V, 15 aprile 2004, (ud. 15/04/2004, dep.13/05/2004), n. 22770, «la perizia non rientra nella categoria della "prova decisiva" ed il relativo provvedimento di diniego non è sanzionabile ai sensi dell'art. 606 c.p.p., comma 1, lett. d), in quanto costituisce il risultato di un giudizio di fatto che, se sorretto da adeguata motivazione, è insindacabile in cassazione (Sez. 6, n. 43526 del 03/10/2012, Rv. 253707). La giurisprudenza è prevalentemente orientata a sostenere che l'ammissione della perizia è rimessa, comunque, a una valutazione discrezionale del giudice (Cass., sez. I, 20 ottobre 1993, Vassallo, m. 195594, Cass., sez. IV, 12 dicembre 2002, Bovicelli, m. 225345, Cass., sez. V, 18 marzo 2003, Prospero, m. 225631). [...] E' rimesso al giudice sia l'accertamento di un'effettiva esigenza di tali conoscenze sia la valutazione dell'insufficienza di quelle eventualmente già acquisite per mezzo dei consulenti delle parti o altrimenti (Cass., sez. VI, 5 maggio 1998, Cafiero). Sicché, in definitiva, il controllo sull'operato del giudice che rifiuti l'ammissione della perizia non può che riferirsi alla congruità e alla logicità della motivazione, eventualmente confrontata con i criteri di cui all'art. 190, secondo quanto riconosce anche la giurisprudenza (Cass., sez. V, 10 dicembre 1997, Illiano, m. 209805)».

essenzialmente al potere discrezionale dell'organo giudicante, la cui valutazione, se assistita da adeguata motivazione, è insindacabile in sede di legittimità<sup>63</sup>.

Alla costatazione per cui la perizia non rappresenti uno strumento neutrale tutte le volte in cui sia in grado di offrire elementi di prova a carico o a discarico, si è poi obiettato che ciò risulterebbe vero soltanto quando il relativo mezzo sia stato già introdotto e le relative conclusioni siano state valorizzate per la decisione; non è, dunque, possibile stabilire a priori in riferimento al momento dell'ammissione quale sarà il contenuto del giudizio tecnico che l'ausiliario è chiamato ad esprimere o l'esito dell'accertamento demandatogli.

Resterebbe, così ragionando, confermata la «valenza neutra della perizia, che di per sé non può apportare al processo dati conoscitivi favorevoli ad una parte e sfavorevoli all'altra, nè tutelare interessi privati, piuttosto che pubblicistici, riconoscibili come tali in via anticipata e preventiva rispetto all'espletamento dell'incarico e la cui introduzione dipende dalla valutazione discrezionale dell'autorità giudicante, sulla quale grava comunque l'onere di fornire congrua giustificazione della scelta di non avvalersi di tale istituto e della ricostruzione fattuale delle vicende giudicate»<sup>64</sup>.

Sennonchè una serie di dubbi possono essere avanzati a questa ricostruzione.

La ritenuta neutralità della perizia, poggia su una serie di argomenti<sup>65</sup>, tra cui per l'appunto la disponibilità della stessa solo in capo al giudice, d'altronde – si afferma in giurisprudenza – alla parte è comunque consentito introdurre cognizioni specialistiche mediante un proprio consulente.

Tuttavia, una tale impostazione tende chiaramente a limitare il diritto alla prova ed «appannare le potenzialità del contraddittorio sulle questioni scientifiche»: si delinea «un'aspettativa debole, considerando che l'intero procedimento peritale, a differenza dell'attività svolta dal consulente, è astrattamente assistito da un principio dialettico, permettendo una formazione progressiva del risultato nella tendenziale pluralità degli apporti»<sup>66</sup>.

---

<sup>63</sup> Cfr. Cass. pen., Sez. I, 23 febbraio 2017, (ud. 23/02/2017, dep.13/07/2017), n. 34440; Cass. pen., Sez. II, n. 52517 del 03 novembre 2016, Russo, in *CED Cass*, n. 268815; Cass. pen., Sez. VI, n. 43526 del 03 ottobre 2012, Ritorto e altri, rv. 253707; Cass. pen., Sez. VI, n. 456 del 21 settembre 2012, Cena ed altri, rv. 254226; Cass. pen., Sez. IV, n. 14130 del 22 gennaio 2007, Pastorelli e altro, rv. 236191; Cass. pen., Sez. IV, n. 4981 del 05 dicembre 2003, P.G. in proc. Ligresti ed altri, Rv. 229665.

<sup>64</sup> Cfr. Cass. pen., Sez. I, 23 febbraio 2017, n. 34440, cit.

<sup>65</sup> Per una disamina degli argomenti si v. P. TONINI, *Dalla perizia "prova neutra" al contraddittorio sulla scienza*, cit., in cui si richiama criticamente anche il criterio dell'"occorrenza" di cui all'art. 220, comma 1, c.p.p. che sarebbe sufficiente ad escludere l'applicabilità degli ordinari criteri di ammissione della prova di cui al 190 c.p.p., e ribadire così la neutralità.

<sup>66</sup> Cfr. A. SCALFATI, *La deriva scienziata dell'accertamento penale*, cit., 147, l'Autore sostiene che tale scelta interpretativa si fondi sull' «idea sconcertante» della perizia come prova neutra: «come se esistesse

Del resto, tale scelta interpretativa non pare trovare riscontro nei dettami normativi: l'art. 224, comma 2, c.p.p. nulla dice al riguardo, anzi, al più, consente una lettura diametralmente diversa nella misura in cui la lettera della legge prevede che la perizia possa essere disposta *anche* d'ufficio, dunque in un'ottica di eccezionalità rispetto al solo potere dispositivo delle parti. In altre parole, nulla toglie che queste possano vantare il diritto all'ammissione di tale mezzo di prova attraverso gli ordinari parametri legali, al pari di ogni altra contributo probatorio.

Si è sostenuto che alla base di questa interpretazione si cela una concezione della perizia e del brocardo dello *iudex peritus peritorum* quale espressione di un sistema non più attuale<sup>67</sup>; o in altri termini, una concezione che mal si concepisce all'interno di principi costituzionali che qualificano il diritto alla difesa come *inviolabile* (art. 24 Cost.) e sanciscono espressamente il diritto per l'accusato all'acquisizione di *ogni altro mezzo di prova a suo favore* (art. 111, comma 3, Cost.).

A ciò si aggiunge – come è stato correttamente notato in dottrina<sup>68</sup> – che la legge delega, n. 81 del 1987 (che funge anche da monito per una corretta interpretazione delle norme del codice), al n. 10 dei principi direttivi, impone «la tutela dei diritti delle parti rispetto alle perizie», che altro non significa se non che anche rispetto alla perizia deve essere riconosciuto il diritto all'ammissione della stessa in capo alle parti.

Pertanto, l'essere, la perizia, nella disponibilità *anche* del giudice, ha la funzione precisa di svincolare la stessa dal criterio della “assoluta necessità”, che è previsto dall'art. 507 c.p.p.<sup>69</sup>, e consentire che questa possa essere disposta nel corso dell'istruzione dibattimentale e non necessariamente a conclusione della stessa<sup>70</sup>; non

---

un risultato asettico, diverso da quello cui tendono i contendenti del processo, attingibile solo attraverso l'intervento, altrettanto neutro, del giudice».

<sup>67</sup> Cfr. P. TONINI, *Dalla perizia “prova neutra” al contraddittorio sulla scienza*, cit., 363 s.: «Nel sistema inquisitorio (o nel misto prevalentemente inquisitorio) il giudice, che sia personalmente esperto in una materia specialistica, può non nominare un perito; inoltre, gli è consentito di disattendere le argomentazioni svolte dall'esperto e di sostituire ad esse quelle argomentazioni, che sono tratte da proprie personali cognizioni. [...] Nel sistema accusatorio [...] il giudice, anche se esperto in materie scientifiche, tecniche o artistiche, non può lui stesso svolgere una perizia perché, riteniamo, le parti hanno il diritto al contraddittorio sul metodo scelto e sulle leggi utilizzabili per ricercare e valutare l'elemento di prova. Alla luce di tali rilievi, nel sistema accusatorio il brocardo *iudex peritus peritorum* assume un significato differente da quello originario, sorto nel sistema inquisitorio. Esso significa che il giudice, pur dovendo avvalersi di esperti in materie scientifiche, tecniche o artistiche, non è vincolato alle loro conclusioni e può disattenderle. In particolare, nel nostro ordinamento il giudice deve motivare sul perché il metodo prescelto e la conclusione raggiunta da un esperto appaia più attendibile rispetto a quella accolta da un altro esperto».

<sup>68</sup> Cfr. IDEM; Cfr. C. CONTI, *Il processo si apre alla scienza: considerazioni sul procedimento probatorio e sul giudizio di revisione*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 2010, 1208.

<sup>69</sup> Cfr. C. CONTI, *Il processo si apre alla scienza*, cit., 1207.

<sup>70</sup> Cfr. P.P. RIVELLO, voce *Perito e perizia*, in *Dig. disc. pen.*, vol. IX, Torino, 1995, 470: «non si vede davvero perché, per l'effettuazione di un accertamento che potrebbe influenzare in maniera radicale le

anche la funzione di escludere e limitare il diritto all'ammissione della prova peritale in capo alle parti secondo gli ordinari criteri previsti per ogni altra prova<sup>71</sup>.

Del resto, sostenere che sia mezzo di prova essenzialmente discrezionale, essendo rimessa al giudice di merito la valutazione della necessità di procedervi, fa comunque sorgere – come affermato dalla giurisprudenza di legittimità – un dovere di fornire congrua e adeguata giustificazione della scelta di non avvalersi dell'istituto, evidenziando l'esistenza di elementi tali da escludere la situazione che l'accertamento peritale richiesto avrebbe dovuto dimostrare<sup>72</sup>. L'onere motivazionale in questione, trova ragion d'essere non tanto in una scelta discrezionale del giudice, quanto, per l'appunto, nel diritto alla prova in capo alle parti, diritto costituzionalmente garantito e tutelato.

Ulteriori considerazioni si rendono poi necessarie relativamente sempre alla connotazione neutrale della perizia.

Il punto nevralgico dell'interpretazione giurisprudenziale che si intende criticare, coinvolge proprio l'asserita neutralità e si pone con evidente chiarezza nel caso in cui la perizia possa potenzialmente offrire dati probatori a sostegno della ricostruzione di una parte processuale: tanto nel caso in cui possa condurre ad esiti favorevoli per l'imputato, quanto nel caso in cui conduca ad esiti a lui sfavorevoli.

Perché, in realtà, dire che la prova peritale sia neutra, null'altro equivale a dire se non che sia una prova processualmente infruttuosa: ovvero, che tanto *ex ante* in fase di ammissione, quanto *ex post*, a seguito dell'avvenuta acquisizione, non sia in grado di condurre a risultati favorevoli né per l'accusa né per la difesa.

La neutralità non è caratteristica deducibile dalla prova in sé considerata, e sganciata dagli esiti processuali della stessa dopo l'avvenuta acquisizione e valutazione.

Si potrebbe al più sostenere che la prova è sempre neutra in fase di ammissione perché sconosciuto ancora è il suo potenziale esito processuale, indipendentemente se l'istanza provenga dall'accusa o dalla difesa; se, invece, la prova, risulti processualmente utile ad una parte – che sia imputato o Pubblico Ministero – non si comprende come possa questa definirsi neutra.

---

sorti dell'intero processo, il giudice dovrebbe attendere la conclusione dell'assunzione dei mezzi di prova richiesti dalle parti».

<sup>71</sup> *Contra* in giurisprudenza si afferma che l'art. 224 c.p.p., comma 1, contempli soltanto la facoltà per le parti di sollecitare l'adozione del provvedimento giudiziale ed il potere dell'autorità giudiziaria di procedere a perizia, anche nell'assenza di qualsiasi istanza di parte. La disposizione non autorizzerebbe, pertanto, a ritenere che l'eventuale diniego di perizia contravvenga al diritto alla prova di cui all'art. 190 c.p.p. e comprometta la legalità e la correttezza della decisione; si nega, difatti, che tale circostanza possa costituire motivo di ricorso per cassazione di cui all'art. 606 c.p.p., lett. d), tanto più che la parte interessata potrebbe sempre avvalersi dell'assistenza di un consulente tecnico nella fase del giudizio; Cfr. Cass. pen., Sez. I, 23 febbraio 2017, n. 34440, cit.

<sup>72</sup> *Ex multis* Cass. pen. Sez. IV, 27 maggio 2003, n. 34618, in *Guida al Diritto*, 2003, 43, 69.

Si ritiene, pertanto, di convenire con l'affermazione che ogni mezzo di prova ha implicitamente la matrice della neutralità nel primo stadio del procedimento probatorio<sup>73</sup>: la «prospettazione della prova, al momento della richiesta d'ammissione, e risultato della medesima, al termine della fase acquisitiva, possono non essere coincidenti, ... [cosicché] ... tutte le prove, nessuna esclusa, sono suscettibili di essere qualificate "a carico" o "a discarico" sulla base, rispettivamente, delle proposizioni probatorie contenute nell'istanza di ammissione ovvero del relativo risultato»<sup>74</sup>.

Aggiungendo, però, che solo quando la neutralità del primo stadio di formazione della prova sia coincidente con gli sviluppi successivi (momento acquisitivo e valutativo), la prova assumerà quella connotazione; è solo il relativo risultato, e le valutazioni che intorno ad essa compie il giudice, che potranno confermare la sua neutralità.

In altre parole, la prova è neutra se conduce a conclusioni che non possono essere poste a sostegno di una tesi processuale a discapito di altra; o, altrimenti detto, che possano essere poste a sostegno di entrambe le opposti tesi processuali senza apportare alcun reale contributo a favore dell'una e contro l'altra.

Sol così inquadrata una prova potrà definirsi neutra, di qualunque tipologia di prova si tratti, o qualunque sia il soggetto che l'abbia richiesta, o l'abbia disposta; senza con ciò cadere nell'equivoco di caratterizzare la prova prescindendo dal concreto contributo processuale che questa è in grado di offrire.

Del resto, il mancato riconoscimento del diritto all'ammissione della prova peritale, potrebbe al più giustificarsi soltanto se il giudice assegnasse alla prova mediante esperti delle parti, un pari valore rispetto alla prova mediante l'esperto da lui nominato; ciò in ossequio all'assenza di indicazioni legali in termini di gerarchia tra prove e sulla base del principio del libero convincimento del giudice, in un sistema in cui tutte le prove sono di pari rango e ugualmente racchiuse nello suo spettro valutativo. In altre parole, un sistema in cui la prova per mezzo dei consulenti fosse realmente e concretamente posta sullo stesso piano della prova mediante periti nominati dal giudice.

Ovvio, tale affermazione, risulterebbe molto meno ovvia tutte le volte in cui ci si riferisce alla perizia proprio con quell'accezione di neutralità che la giurisprudenza ad essa vorrebbe assegnare: ovvero neutralità intesa come prova né dell'accusa né della difesa. Perché, così ragionando, il rischio è quello di assegnare alla prova per mezzo dell'esperto "neutrale" del giudice, un valore probatorio maggiore rispetto alla prova mediante esperti di parte; compromettendo, così, il diritto alla prova; e agendo in spregio

---

<sup>73</sup> Cfr. F. TRAVERSO, *Il diritto alla controprova nei rapporti con la perizia*, in *Dir. pen. proc.*, 1998, 598.

<sup>74</sup> Cfr. C. VALENTINI, *I poteri del giudice dibattimentale nell'ammissione della prova*, Padova, 2004, 224; Cfr. A. BELLOCCHI, voce *Perito e perizia*, cit., 1078.

tanto al principio del libero convincimento del giudice, quanto, a monte, all'*intentio* del legislatore e ad una gerarchia delle prove di fatto assente.

Non sono d'aiuto, in tal senso, contributi offerti dalla giurisprudenza di legittimità – di cui si avrà modo di parlare nel prosieguo<sup>75</sup> – che per alcuni profili necessitano di chiarimenti.

Si afferma, infatti, che relativamente ai parametri individuati per una corretta valutazione della prova scientifica, assume preminente rilievo il richiamo all'indipendenza del soggetto che gestisce la ricerca e le finalità per le quali si muove<sup>76</sup>.

Si avrà modo di chiarire come sia rischioso per i principi che animano il giusto processo, il contraddittorio tra le parti e dunque la parità tra queste, interpretare tali indicazioni alla luce di una maggiore affidabilità della prova peritale, in quanto prova mediante esperti del giudice e, dunque, non posti al servizio di interessi delle parti; evidenziando come tale requisito debba, piuttosto, essere valutato alla stregua di un'indipendenza della ricerca scientifica più che dell'esperto che la sostiene<sup>77</sup>.

A ragionare diversamente si finirebbe, invece, per porre la perizia su un gradino privilegiato rispetto alla consulenza, anche in termini di sgravi motivazionali in capo al giudice, laddove ritenga più attendibile i risultati di una prova scientifica rispetto ad altra. La prova del giudice risulterebbe dotata di una maggiore affidabilità del risultato perché sostenuta da esperti "neutrali", per via dell'indipendenza e degli scopi processuali per i quali questi si muovono.

Senza con ciò trascurare che un tale, non condivisibile, approdo interpretativo, paradossalmente dovrebbe sempre e comunque condurre ad un riconoscimento del diritto all'ammissione della prova dotata di maggior credito, perché sostenuta da esperti indipendenti.

Si chiarirà nel prosieguo come l'indipendenza dell'esperto dagli scopi per i quali questo si muove – quale criterio, accanto ad altri, alla stregua del quale valutare la prova – debba essere intesa solo in termini di una ricerca scientifica gestita dall'esperto lontano dalla tutela di interessi particolari, ma sempre e solo extraprocessuali.

In altri termini, soffermarsi su questo requisito dovrebbe significare solo determinare se le elaborazioni scientifiche, confluite sì nel processo, siano proiettate alla realizzazione di scopi esterni ad esso, e dunque siano tali da sacrificare la rigore della ricerca; non anche, una valutazione dell'indipendenza dell'esperto rapportata agli interagenti interessi processuali delle parti.

---

<sup>75</sup> V. *infra* § 2ss.

<sup>76</sup> Cfr. Cass. pen., Sez. IV, 17 settembre 2010, n. 43786, Cozzini, in *CED Cass.*, n. 248943.

<sup>77</sup> V. *infra* § 2.4.

Ragionare diversamente, condurrebbe ad ammettere un criterio giurisprudenziale di preferenza delle tesi del perito, o peggio, quelle della pubblica accusa.

### 5. *Acquisizione e contraddittorio*

La concezione dialettica della prova, e la valorizzazione dello strumento del contraddittorio, non risponde solo all'esigenza di garantire la parità delle parti, ma costituisce la miglior soluzione epistemologica per la ricerca della verità processuale, coniugandosi perfettamente con il metodo scientifico<sup>78</sup>.

Con il contraddittorio tecnico tra gli esperti si riproduce all'interno del processo la dialettica che fonda e alimenta l'evoluzione scientifica, attraverso la tecnica della falsificazione, contribuendo, dunque, notevolmente alla verifica dei contributi tecnico-scientifici<sup>79</sup>: è in questa fase in cui viene saggiata la reale affidabilità del metodo e della teoria scientifica, e in cui il giudizio di idoneità espresso in fase di ammissione diventa indubbiamente più incisivo e penetrante<sup>80</sup>.

In tale ottica emerge l'assoluta centralità dell'esame dell'esperto, le cui conclusioni risulteranno tanto più attendibili quanto più abbia spiegato le affermazioni cui giunge sulla base dell'applicazione delle leggi scientifiche.

L'esame dell'esperto gioca, perciò, un ruolo fondamentale per accreditare o screditare i principi asseriti, le metodologie, gli strumenti e le tecniche utilizzate e se essi

---

<sup>78</sup> Sul valore del contraddittorio come metodo di conoscenza P. TONINI, *Progresso tecnologico, prova scientifica e contraddittorio*, cit., 63, nt. 25 in cui si riportano le conclusioni di v. K.R. POPPER, *The poverty of historicism* (1944-45), trad. it., *Miseria dello storicismo*, Milano, 1997, 120, «la scoperta di esempi che convalidano una teoria vale pochissimo se non abbiamo tentato, senza riuscirci, di trovare gli esempi che la confutano»; sul contraddittorio che diventa nel processo strumento di attuazione del metodo falsificazionista si v. C. BONZANO, *Prova "scientifica": le garanzie difensive tra progresso tecnologico e stasi del sistema*, in Aa. Vv., *Scienza e processo penale. Nuove frontiere e vecchi pregiudizi*, cit., 105; C. CONTI, *Il processo si apre alla scienza: considerazioni sul procedimento probatorio e sul giudizio di revisione*, cit., 1024.

<sup>79</sup> Circa i riferimenti all'importanza dello strumento del contraddittorio nella valutazione della prova scientifica O. DOMINIONI, *La prova penale scientifica*, cit., 262 s.; G. UBERTIS, *La prova penale. Profili giuridici ed epistemologici*, Torino, 1995; P. TONINI, *Prova scientifica e contraddittorio*, in *Dir. pen. proc.*, 2003, 1459; L. D'AURIA, *Prova penale scientifica e "giusto processo"*, in *Giust. pen.*, 2004, I, 20; L. LOMBARDO, *Prova scientifica e osservanza del contraddittorio nel processo civile*, cit., 1083.

<sup>80</sup> Si v. O. DOMINIONI, *La prova penale scientifica*, cit., 283 s., l'Autore più volte citato, evidenzia la progressiva elevazione del titolo logico per l'ammissione della prova scientifica nel corso dell'istruzione dibattimentale, tramite le norme di cui agli artt. 495 comma 4, 507, 523 c.p.p.



siano stati utilizzati correttamente; obiettivi questi ancor più rilevanti rispetto al controllo sulle conclusioni dell'esperto stesso<sup>81</sup>.

Sia esso perito o consulente, dovrà veicolare nel processo le informazioni scientifiche, non essendo chiamato solo ad esprimere un giudizio qualificato, ma anche a delineare il panorama degli studi di quel determinato settore, in quel determinato momento storico, nonché fornire tutti gli elementi che possano aiutare il giudice per una migliore comprensione della questione scientifica: «Il perito non è più (non avrebbe mai dovuto esserlo!) l'arbitro che decide il processo, ma l'esperto che espone al giudice il quadro del sapere scientifico nell'ambito cui il giudizio si interessa, spiegando quale sia lo stato del dibattito nel caso in cui vi sia incertezza sull'affidabilità degli enunciati della scienza o della tecnologia»<sup>82</sup>.

Tuttavia non si manca di obiettare che la tecnica dell'esame incrociato quale momento centrale di ricostruzione processuale del fatto, in relazione alla soluzione di controversie scientifiche, potrebbe alimentare un rischio di "partigianeria" dell'esperto, capace di piegare la propria competenza ed autorevolezza per soddisfare le richieste di parte, e decentrare l'attenzione dal contenuto dalle teorie di cui è portatore, alla capacità di essere convincente<sup>83</sup>.

Tuttavia l'esigenza che il giudice entri nel vivo della questione scientifica e si faccia *custode* dei criteri e metodi utilizzati da periti e consulenti, offrendo un giudizio critico sui risultati della prova scientifica, potrà ritenersi soddisfatta solo incentivando nel maggior modo possibile il contraddittorio tra gli esperti.

---

<sup>81</sup> Sul punto O. DOMINIONI, *La prova penale scientifica*, cit. 262 s.; L. DE CATALDO NEUBURGER, *La prova penale scientifica*, cit., 73 s., *Esame e controesame nel processo penale*, Padova, 2000, 262; G. CAROFIGLIO, *Il controesame. Dalle prassi operative al modello teorico*, Milano, 1997, 47 e s..

<sup>82</sup> Così Cass. pen., Sez. IV, 29 gennaio 2013, 16238, Cantore; che ha sviluppato quanto già contenuto nella sentenza Cozzini, Cass. pen., Sez. IV, 17 settembre 2010, n. 43786, in cui si afferma che il compito degli esperti sarà quello di fornire le informazioni «relative alle differenti teorie, alle diverse scuole di pensiero... non dovranno essere chiamati ad esprimere (solo) il loro personale seppur qualificato giudizio, quanto piuttosto a delineare lo scenario degli studi ed a fornire gli elementi di giudizio che consentano al giudice di comprendere se, ponderate le diverse rappresentazioni scientifiche del problema, possa pervenirsi ad una "metateoria" in grado di guidare affidabilmente l'indagine»; i passi sono riportati da O. DOMINIONI, *L'esperienza italiana di impiego della prova scientifica nel processo penale*, in *Dir. pen. proc.*, 2015, 5, 605.

<sup>83</sup> Tra gli autori che tracciano questi temi si veda S. JASANOFF, *La scienza davanti ai giudici*, cit., 83; M.R. DAMASKA, *Il diritto delle prove alla deriva*, cit. 112; entrambi riportati da O. DOMINIONI, *La prova penale scientifica*, cit. 263 s., si è affermato in aggiunta di ciò, in riferimento all'esperienza americana, che «un esagerato contrasto a cui spinga la *cross-examination* può facilmente indurre l'esperto a dirottarsi dall'obiettivo di presentare un'opinione corretta, ma difficile da far accettare, a quello di prevalere nella controversia processuale anche a costo di rendere un'opinione meno corretta, ma con maggiori *chances* di riuscire vincente, e ciò anche per la preoccupazione di mettersi al riparo da un dequalificante scacco professionale».

Anzi, si potrà affermare che se è vero che il contraddittorio è, non soltanto metodo indubbiamente più fruttuoso per la ricerca epistemologica e il raggiungimento della verità processuale, ma altresì strumento per la realizzazione del principio di parità delle parti, è anche vero che il contraddittorio è tanto più effettivo quanto più paritario sia il grado di conoscenza: un esame dell'esperto condotto da chi non ha quelle conoscenze tecnico-scientifiche che gli consentano di penetrare nel vivo della questione scientifica, non potrà realizzare una reale e fertile dialettica processuale.

Ragion per cui si ritiene di convenire con la dottrina che – *de jure condendo* –, applicando l'art. 189 c.p.p., suggerisce di sviluppare diverse forme di assunzione della prova scientifica, confidando anche sull'inciso di cui all'art 501 c.p.p. che estende la disciplina prevista per la testimonianza anche ai consulenti di parte e periti "in quanto compatibili"<sup>84</sup>.

E' stata sottolineata la necessità di valorizzazione del contraddittorio prevedendo un meccanismo di *discovery* più pregnante, con la possibilità per la parte richiedente di mettere a disposizione in via previa tutto il materiale che documenti e da cui si tragga l'esito della relazione; consentendo una preventiva conoscenza che racchiuda tutti i dati, gli elementi, le teorie e le leggi scientifiche, necessari alla comprensibilità della conclusione offerta<sup>85</sup>.

Si potrà, ancora, permettere agli esperti di presenziare all'esame del consulente di controparte o del perito, in deroga a quanto previsto dall'art. 149 norme att. c.p.p.; ciò consentirebbe, non solo di avere conoscenza diretta dell'assunzione della prova, ma altresì di assistere la parte nel condurre il controesame.

In deroga all'art. 496 c.p.p., il giudice potrebbe consentire che gli esami degli esperti vengano effettuati in immediata successione, in modo da garantire la stessa continuità di nozioni per chi quelle informazioni è chiamato a recepire e a vagliare criticamente<sup>86</sup>.

Ancora, prevedere la possibilità che l'esperto esponga i risultati e lo svolgimento, del proprio operato sotto forma di un discorso autonomo svincolato dalle domande di

---

<sup>84</sup> Si fa riferimento ai contributi offerti dal più volte citato saggio di O. DOMINIONI, *La prova penale scientifica*, cit., 268 ss.

<sup>85</sup> O. DOMINIONI, *La prova penale scientifica*, cit., 268; *In tema di nuova prova scientifica*, cit., 1063; C. CONTI, *Il processo si apre alla scienza. Considerazioni sul procedimento probatorio e sul giudizio di revisione*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 2010, 1204; P. TONINI, *Dalla perizia «prova neutra» al contraddittorio sulla scienza*, cit., 360.

<sup>86</sup> Sul punto sempre O. DOMINIONI, *La prova penale scientifica*, cit., 268; *L'esperienza italiana di impiego della prova scientifica nel processo penale*, cit., 609; M.R. DAMASKA, *Il diritto delle prove alla deriva*, cit., 209.

parte, che seguiranno al termine dell'esposizione<sup>87</sup>. Ciò aiuterebbe sensibilmente chi governa l'esame e il controesame ad avere una maggiore contezza complessiva dell'esito e del procedimento che l'esperto ha seguito, per poi soffermarsi sui singoli punti che saranno oggetto dell'esame/controesame.

Inoltre, per alimentare una maggiore e migliore dialettica processuale, si potrebbe consentire che anche il perito e i consulenti di parte possano partecipare attivamente all'esame dell'esperto, con domande proprie<sup>88</sup>; o, ancor più, permettere un effettivo ed indubbiamente produttivo – sia sotto il profilo di ricerca epistemologica, sia sotto il profilo di maggiore controllabilità delle tesi, in termini di validità e falsificabilità delle stesse – contraddittorio diretto tra i diversi esperti, che permetta agli stessi di porsi reciprocamente domande alla presenza di parti e giudice<sup>89</sup>.

Per giunta l'applicazione dell'istituto del confronto giudiziale, ha trovato conferma in una sporadica pronuncia giurisprudenziale in cui si afferma: «In tema di formazione, acquisizione e utilizzazione della prova, non sussiste alcun ostacolo normativo all'espletamento di un confronto, in sede dibattimentale, tra periti e consulenti, dato che l'art. 211 c.p.p. non limita questo mezzo di prova a categorie di soggetti predeterminati e l'art. 501, 1 comma, stesso codice assimila la posizione dei periti e dei consulenti a quella dei testimoni»<sup>90</sup>.

In particolare, all'interno di specifici contesti quale l'analisi genetica, il concreto svolgersi del confronto dialettico tra accusa e difesa dovrà tener conto della difficoltà ed impermeabilità della questione scientifica, che forse più che in altri settori, fonda il problematico rapporto tra scienza e processo proprio alla luce della laboriosità della prova del DNA.

Alla complessità dell'indagine genetica si accompagna la poca comprensibilità del linguaggio scientifico da parte del giurista, e della statistica ad esso applicata, tanto che il contraddittorio potrebbe tanto alimentare dubbi costruttivi, quanto impedire una

---

<sup>87</sup> R.E. KOSTORIS, *I consulenti tecnici*, cit., 340, nt. 101; M.R. DAMASKA, *Il diritto delle prove penali alla deriva*, cit., 135; condivisi da O. DOMINIONI, *La prova penale scientifica*, cit., 270.

<sup>88</sup> R.E. KOSTORIS, *I consulenti tecnici*, cit., 337; a ciò si è però obiettato che ciò esaspererebbe «la posizione del consulente “quale difensore tecnico” anziché come mezzo di prova», così F. FOCARDI, *La consulenza tecnica delle parti private*, cit., 190; obietta altresì a quest'ultima affermazione O. DOMINIONI, *La prova penale scientifica*, cit., 272, «Sennonchè non si vede come questo effetto possa prodursi: il metodo delle domande tra esperti proietta sulla scena processuale la ricerca dialettica che si pratica nel campo degli studi e, nel porre domande nell'esame dall'esperto, quello peritale o di parte esercita una funzione gnoseologica interna alla formazione della prova scientifica».

<sup>89</sup> Sul punto v. S. CORBETTA, in *Codice di procedura penale commentato*, sub art. 501, A. GIARDA – G. SPANGHER (a cura di), II ed., vol. II, Milano, 2001, 1356; O. DOMINIONI, *La prova penale scientifica*, cit., 272, in cui si afferma che tale contraddittorio diretto tra gli esperti farebbe sì che «diventino essi stessi i protagonisti attivi della verifica dei loro rispettivi apporti probatori».

<sup>90</sup> Cass. pen., Sez. I, 24 maggio 2006, in *CED Cass.*, rv. 235253

cosciente costruzione e comprensione dell'intera questione dell'analisi genetica, la cui opacità delle statuizioni scientifiche agli occhi del giurista potrebbe comportare un facile slittamento verso una sorta di funzione oracolare del *dictum* dell'esperto<sup>91</sup>.

Così ragionando, il contraddittorio dinanzi al giudice perderebbe tutta la sua reale potenzialità conoscitiva e concreta possibilità di accertamento del fatto, perché si tradurrebbe in parole indecifrabili e impenetrabile nella mente del giudice e delle parti.

Questo è il motivo per cui si ritiene di evidenziare la necessità che in particolari settori, quali per l'appunto l'analisi genetica, il rapporto tra scienza e processo penale, dovrà fondarsi su un avvicinamento della prima al secondo e viceversa. Un contraddittorio che possa concretamente esplicitare tutta la sua efficacia e sottesa garanzia di controllabilità dell'esito della scienza, dovrà essere supportato da una duplice esigenza: da un lato gli esperti devono sapere comunicare i risultati della scienza; dall'altro il giudice deve essere in grado di comprenderli.

All'esperto non si chiede soltanto di dire, ma anche di saper dire: scrivere conclusioni e comunicare efficacemente i risultati è fondamentale per consentire agli operatori del diritto di comprendere tutti i passaggi che hanno condotto ad un determinato risultato, anche se questi passaggi sono fatti di calcoli statistici e numeri.

Occorre che l'esperto prepari la relazione in vista del dibattimento, e dunque, che risulti quanto più chiara e concisa possibile, tale da comunicare in modo appropriato i risultati dei test di laboratorio di DNA condotti, al fine di condividere efficacemente le informazioni in essa contenuti con coloro che hanno bisogno di vagliare e quindi capire cosa significano effettivamente quei dati.

Sotto altro versante, si richiede al giudice lo sforzo di entrare nel vivo della questione scientifica alimentando in particolari e specifici settori, la formazione di magistrati e avvocati, che sol così facendo possano realmente comprendere il linguaggio della scienza all'interno del processo.

Del resto, la scelta di dedicare parte significativa del lavoro all'inquadramento scientifico dell'istituto si muove proprio nella direzione di incentivare la conoscenza scientifica in settori delicati e sfuggenti: ciò non vuol dire che si pretende un giudice che diventi esperto o ad esso si sostituisca; quanto piuttosto un che sia messo in condizione di comprendere il discorso scientifico, a maggior ragione quando assume contorni così difficilmente afferrabili da un giurista, perché vertente sulla prova del DNA.

---

<sup>91</sup> Cfr. L. LUPÀRIA, *Le promesse della genetica forense e il disincanto del processualista. Appunti sulla prova del DNA nel sistema italiano*, cit., 16 «Per molti operatori del nostro processo penale i concetti correlati al mondo della genetica e della statistica ad essa applicata appaiono quali oggetti misteriosi: espressioni quali *relative frequencies*, *random match probabilities*, *likelihood ratios*, per citarne solo alcune, possono risultare per larga parte sfuggevoli o indecifrabili».

In altre parole, un passo verso il contesto scientifico si richiederà all'esperto in punto di comunicabilità del risultato e comprensibilità o semplicità – per quanto possibile – di linguaggio; un passo verso la scienza – nella *species* verso l'indagine genetica – da parte del giurista per valorizzare la reale portata del confronto dialettico dibattimentale, porre le giuste domande e apporre le giuste conclusioni.

Non ammettere l'esigenza e l'urgenza, quantomeno in questo settore, di una ragionevole intesa alla luce della trasmissibilità di contenuti tra scienza e processo, significa difatti svilire il potenziale peso del contraddittorio dibattimentale, e trasformare l'aula di giustizia in un teatro di scienza i cui contributi scientifici in sentenza escono apoditticamente dalla bocca del giudice, ma sol perchè interamente suggeriti dall'esperto di turno, creduto sulla parola<sup>92</sup>.

---

<sup>92</sup> Cfr. Id., «Il pericolo è allora che il tanto sbandierato *trial by Dna* finisca con l'assumere i contorni di una pratica artigianalmente "all'italiana", incapace di fornire vera linfa vitale alle potenzialità argomentative degli attori del processo, costretti ad appoggiarsi all'*ipse dixit* dei genetisti forensi, senza una reale possibilità di assoggettare le relative risultanze al fuoco incrociato della *cross examination* o comunque ad un contraddittorio degno di fregiarsi di questo nome».

## CAPITOLO II

### LA VALUTAZIONE

#### *1. Valore probatorio degli esiti dell'indagine genetica: indizio o prova?*

Prima di riflettere sui parametri alla stregua dei quali operare il vaglio della prova scientifica, occorre interrogarsi sulla natura dell'accertamento genetico.

Dalla rassegna giurisprudenziale sul punto emerge una pacifica linea interpretativa che assegna all'analisi del DNA talvolta valore di prova, talaltra valore di indizio. In particolare si afferma che gli esiti dell'indagine genetica condotta sul DNA, atteso l'elevatissimo numero delle ricorrenze statistiche confermative, tale da rendere infinitesimale la possibilità di un errore, presentano natura di prova, e non di mero elemento indiziario ai sensi dell'art. 192 comma 2 c.p.p. sicchè sulla loro base può essere affermata la responsabilità penale dell'imputato, senza necessità di ulteriori elementi convergenti<sup>1</sup>.

In questo modo l'attività finalizzata all'individuazione dell'autore del reato, inquadra l'eventuale esito positivo di comparazione tra il profilo genotipico analizzato e il profilo dell'imputato alla stregua di una prova e non di un mero indizio<sup>2</sup>.

In altre parole si afferma che la natura dell'accertamento processuale che conduce all'estrapolazione del profilo genetico presente su reperti sequestrati e alla successiva comparazione, tenuto conto della possibilità infinitesimale di errore, impone di attribuire agli esiti di tale verifica biologica, laddove positiva, il valore di prova: «nè potrebbe essere diversamente, risultando gli esiti dell'indagine genetica condotta sul DNA tali da rendere statisticamente impossibile un errore e, contestualmente, da ritenere prossima alla certezza l'individuazione del soggetto identificato attraverso la comparazione del profilo genotipico; percentuali statistiche che, conseguentemente, impongono di ribadire la natura di prova di tale accertamento processuale»<sup>3</sup>.

Così ragionando, si finisce però per confondere indizio e prova, in quanto solo quest'ultima è immediatamente rappresentativa del fatto da provare: un dato indiziante, pur se assolutamente grave e preciso, non muta la propria veste per diventare prova allorchè

---

<sup>1</sup> *Ex multis* Cass. pen., Sez. 2, n. 43406 1 giugno 2016, Syziu, Rv. 268161; Cass. pen., Sez. 2, n. 8434 del 05 febbraio 2013, Mariller, Rv. 255257; Cass. pen., Sez. I, 30/06/2004, n. 48349, in *Cass. pen.* 2006, 3, 1042.

<sup>2</sup> Cfr. Cass. pen., Sez. I, 21 marzo 2017, n. 18116.

<sup>3</sup> Cfr. Cass. pen., Sez. I, 21 marzo 2017, n. 18116; cfr. Cass. pen., Sez. 5, n. 36080 del 27/03/2015, Knox, Rv. 264863; Sez. 1 n. 48349 del 30/06/2004, Rizzetto, Rv. 231182

risulti univocamente rappresentativo di altro fatto, secondario, cui risalire al fatto da provare mediante un ulteriore nesso inferenziale<sup>4</sup>.

Del resto, quand'anche si ammettesse che il test del DNA – funzionale ad attribuire con elevata probabilità alla persona dell'imputato il materiale biologico rinvenuto sul luogo del delitto – assuma caratteri di assoluta gravità e precisione, per via della provata univocità del dato, può – l'esito dell'indagine genetica – risultare in grado di provare la presenza dell'imputato sul *locus commissi delicti*, ma non anche l'avvenuta commissione del delitto (supponendo sia questo l'oggetto di prova): può, pertanto, generare «un *signum* non tanto del fatto principale dedotto nell'imputazione [...] bensì di un fatto secondario o, addirittura, di una circostanza irrilevante o magari già conosciuta»<sup>5</sup>.

A ben vedere l'orientamento giurisprudenziale su indicato, innegabilmente lascia riemergere una definizione di indizio in termini di minore efficacia probante rispetto alla prova: la differenza tra l'uno e l'altra risiederebbe, per l'appunto, non nella diversa struttura logica così come sopra evidenziata, bensì nel loro differente livello di persuasività: «Si tratta, all'evidenza, di un approccio che malamente riecheggia l'antica accezione medievale dell'indizio in termini di *probatio minus quam plena*, quasi che la distinzione tra i due concetti dovesse essere collegata a forme di graduazione della persuasività e non già, più correttamente, alla differente struttura logica che differenzia la prova (in cui il passaggio dall'elemento al risultato è univocamente determinato) dall'indizio (che costringe ad una conclusione inferenziale tramite applicazione di massime d'esperienza o leggi probabilistiche)»<sup>6</sup>.

La definizione del singolo dato epistemologico non può essere formulata *a priori*, ma dipende dalla sua concreta collocazione nel sillogismo giudiziario, nella prospettiva dell'incidenza diretta o meno del singolo elemento probatorio sull'oggetto del *thema decidendum*<sup>7</sup>.

---

<sup>4</sup> Si v. A. VITALE, voce *Indizio*, in *Dig. Disc. Pen.*, III, Torino, 2005, 758; I. ROSONI, *Quae singula non prosunt collecta iuvant. La teoria della prova indiziaria nell'età medievale e moderna*, Milano, 1995; G. UBERTIS, *La prova penale. Profili giuridici ed epistemologici*, Torino, 1995, 44.

<sup>5</sup> Cfr. L. LUPARIA, *Le promesse della genetica forense e il disincanto del processualista. Appunti sulla prova del DNA nel sistema italiano*, in *Rivista Italiana di Medicina Legale (e del Diritto in campo sanitario)*, fasc.1, 2016, 167.

<sup>6</sup> Cfr. Id.

<sup>7</sup> «Il valore probatorio della prova critica, come quello della prova rappresentativa, varia da caso a caso e dipende dalla connessione esistente tra la circostanza indiziante e il fatto ignoto. In alcuni casi tale valore è massimo, in altri minore, ma è l'identica situazione che si produce quando il giudice presta fede ad alcune testimonianze e ne disattende altre. E allora, per via indiziaria, la prova è piena quando il nesso tra la circostanza indiziante ed il fatto da provare è tale da escludere ogni altro nesso equivalente» così V. MANZINI, *Trattato di diritto processuale penale*, Torino, 1970, 526; v. anche E. FASSONE, *Indizio*, in *Enc. dir.*, 1997, p. 634; F. M. IACOVIELLO, *Motivazione della sentenza penale*, ivi, 2000, p. 750; C. SANTORIELLO, *Indizi*, in *Dig. d. pen.*, 2013.

La prova indiziaria, pertanto, non è una prova dotata di una capacità probante scarsamente attendibile – non trovando, tale conclusione, fondamento in una gerarchia delle prove, di fatto assente e al più smentita dal principio del libero convincimento del giudice – perchè il *discrimen* tra indizio e prova è da ricercarsi nel diverso rapporto che lega l'elemento di prova e il relativo risultato: ogniqualvolta è possibile rintracciare uno “scarto logico” fra elemento e risultato di prova, si dovrà concludere che si è in presenza di un indizio. La prova critico-indiziaria, così intesa, si ritiene non possa in alcun modo contrapporsi alla prova rappresentativa per una minore attendibilità<sup>8</sup>.

Non meno rilevante è anche l'ambiguo riferimento al concetto di “certezza”, che emerge nelle pronunce su indicate, all'interno di un contesto che è pur sempre a sfondo probabilistico<sup>9</sup>.

Pertanto, sussistono limiti giuridici all'accertamento genetico fondati sulla consapevolezza che esso porta ad una conoscenza indiziaria<sup>10</sup>: il DNA non è altro che una fonte di informazioni a matrice statistica e frutto di interpretazione da parte dello scienziato, che prova al più la presenza dell'imputato sul luogo del delitto, non anche la diretta commissione del fatto contenuto nell'imputazione: «Non è lecito porre siffatto elemento quale pilastro [...] nell'accertamento della colpevolezza e neppure – almeno secondo l'impostazione più rigorosa – quale origine di una catena inferenziale, soprattutto se disancorata da riscontri convergenti su ognuno dei passaggi logici».

---

<sup>8</sup> Si sostiene «nel conflitto tra testimonianze e prove critiche fondate su leggi scientifiche a prevalere, almeno nel processo, dovrebbero essere le seconde», precisando che con il termine testimonianze si intende far riferimento ai contributi dichiarativi direttamente rappresentativi del fatto oggetto dell'accertamento; in questi termini P. FERRUA, *Il giudizio penale: fatto e valore giuridico*, in AA.VV., *La prova nel dibattimento penale*, 2005, p. 321 s., e più di recente sempre P. FERRUA, *La prova nel processo penale*, vol. I, *Struttura e procedimento*, Torino, 2015, 277.

<sup>9</sup> Cfr. L. LUPARIA, *Le promesse della genetica forense e il disincanto del processualista. Appunti sulla prova del DNA nel sistema italiano*, cit., 167, l'Autore mette anche in luce che altre problematiche tese a scalfire la “certezza” di cui parla la giurisprudenza: «Sotto altra prospettiva, chi svolge l'attività di laboratorio spesso non compie un'operazione di carattere meccanico, priva quindi di aspetti valutativi. Si pensi ai profili genetici incompleti o parziali, alla quantità limitata di Dna, alla degradazione del materiale biologico, all'intervento di fattori contaminanti: tutte evenienze, molto ricorrenti, che attivano necessariamente l'intervento critico dell'esperto, chiamato a colmare, attraverso scienza ed esperienza, i vuoti lasciati dalla perenne perfettibilità degli strumenti che adopera nella ricostruzione. A ciò si aggiunga il possibile condizionamento dell'analista rispetto alle informazioni di contesto sul caso, veicolate dagli inquirenti o dagli organi di informazioni e capaci di creare il c.d. *biasing snowball effect*».

<sup>10</sup> P. FELICIONI, *Processo penale e prova scientifica: verso un modello integrato di conoscenza giudiziale*, cit., 1620 «La coscienza di tali limiti oltre ad incidere sulla valutazione del giudice, ha modificato l'approccio alla prova del DNA: si svela una progressione da un momento iniziale di impiego processuale di tale tecnica accertativa connotato dall'entusiasmo sia degli scienziati, sia degli operatori del diritto, ad un momento più recente caratterizzato dal ridimensionamento delle aspettative a causa dell'acquisita consapevolezza dei limiti della genetica forense».



In altre parole, si sottolinea la necessità di inquadrare correttamente la prova del DNA come null'altro che un indizio, più o meno grave e più o meno preciso a seconda delle caratteristiche del caso concreto; indizio contestualizzato accanto ad altri convergenti verso il medesimo risultato e con questi all'insieme del quadro probatorio complessivo: l'eventuale identità genetica non equivale, pertanto, a prova della colpevolezza.

## 2. Valutazione della prova scientifica

Quando il giudice fa uso di massime di esperienza è diretto gestore delle regole del sapere comune; diversamente, la prova scientifica vede il giudice fruitore di un sapere che gli è difatti estraneo.

Si è detto della necessità che il giudice operi un vaglio critico, ovvero un attento controllo nei confronti dell'utilizzo della scienza in ambito processuale; ma da qui la conseguente difficoltà di ritenere operante tale vaglio su una metodologia conoscitiva che non rientra nelle conoscenze dell'uomo medio<sup>11</sup>.

Riduttivo risulterebbe, a questo proposito, affermare che il controllo che il giudice deve compiere debba limitarsi ad una verifica circa la coerenza interna o la plausibilità dell'analisi sviluppata dall'esperto, perché non equivarrebbe ad un controllo sulla verità o validità scientifica: una soluzione scientifica erranea, non sarebbe meno erranea se esposta in maniera apparentemente rigorosa e lineare<sup>12</sup>. «Il giudice è soggetto alla verità scientifica, non a qualsivoglia esito peritale; pertanto, la giurisdizione non può che rimanere imprescindibile garanzia della qualità del giudizio, ossia dell'attendibilità della prova scientifica»<sup>13</sup>.

---

<sup>11</sup> «E cosa è la valutazione di una prova scientifica per un soggetto che è sulla carta “*peritus peritorum*”, ma per alcune materie specialistiche “*imperitus imperitorum?*”» così G. DACQUI, *La prova scientifica. Lo spazio del libero convincimento*, in *La prova penale scientifica nel processo penale*, cit., 95; «Il problema della prova scientifica è il problema di come possa il giudice, come uomo medio e rappresentante della collettività, valutare e controllare l'esito di una metodologia conoscitiva che per l'appunto non rientra nelle conoscenze dell'uomo medio» così M. TARUFFO, *Libero convincimento del giudice: I) diritto processuale civile*, cit., 4.

<sup>12</sup> Sul punto si veda F. CAVALLA, *Topica giuridica*, in *Enc. giur.*, XLIV, Milano, 1992, 729; P.P. RIVELLO, *La prova scientifica*, cit., 179 in cui si sostiene che «oltretutto neppure i “coerentisti”, e cioè i sostenitori della concezione epistemica della verità intesa come coerenza di una proposizione con un insieme di altre proposizioni, giungono ad affermare che la coerenza possa limitarsi alla pura e semplice *consistency*, e cioè all'assenza di contraddizioni, in quanto aggiungono che essa implica oltre la *coherence*, e cioè la congruenza, la coesione semantica delle varie parti del discorso».

<sup>13</sup> Cfr. F. GIUNTA, *Questioni scientifiche e prova scientifica*, cit., 564; per un approfondito esame in punto di esame critico delle conoscenze di natura scientifica entrate nel processo si rinvia al sempre attuale saggio di V. DENTI, *Scientificità della prova e libera valutazione del giudice*, cit.; S. JASANOFF, *La scienza davanti ai giudici*, cit.

La delicatezza della problematica della valutazione processuale dei responsi della scienza non pare giustificare però, a fronte della marginalità della soluzione, l'accoglimento della tesi di inserire esperti nei collegi giudicanti: «in tal caso le problematiche, apparentemente risolte sul piano della valutazione delle prove scientifiche, si riproporrebbero in relazione alla reale adeguatezza e rispondenza alle istanze di giustizia di un simile organo; d'altra parte, laddove il "risponso" dovesse essere limitato alla sola valenza delle risultanze scientifiche, risulterebbe poi difficoltoso il raccordo con le valutazioni concernenti i restanti elementi probatori»<sup>14</sup>.

Quello che si chiede al giudice non è di certo il raggiungimento di quelle conoscenze scientifiche che possiede l'esperto, né che compia *ex novo* il percorso da questi descritto; si chiede, piuttosto, che egli sia in grado di valutare la validità dei metodi e dei criteri scientifici utilizzati<sup>15</sup>.

Innegabile resta la difficoltà che incontra nel comprendere un dato scientifico che esula dal proprio bagaglio di conoscenze, e livello culturale medio della comunità di appartenenza; tuttavia il percorso che si deve compiere per affrontare i problemi della valutazione della prova scientifica – in stretta correlazione con quanto affermato nella fase di ammissione della stessa – non può che seguire un più profondo vaglio di astratta idoneità della prova.

Riportando le affermazioni recenti della Cassazione «poiché il giudice è portatore di una 'legittima ignoranza' a riguardo delle conoscenze scientifiche, "si tratta di valutare l'autorità scientifica dell'esperto che trasferisce nel processo la sua conoscenza della scienza; ma anche di comprendere, soprattutto nei casi più problematici, se gli enunciati che vengono proposti trovano comune accettazione nella comunità scientifica. Da questo punto di vista il giudice è effettivamente, nel senso più alto, *peritus peritorum*: custode e garante della scientificità della conoscenza fattuale espressa dal processo". Il giudice riceve quella che risulta essere accolta dalla comunità scientifica come la legge esplicativa – si dice ne sia consumatore – e non ha autorità per dare patenti di fondatezza a questa piuttosto che a quella teoria. L'acquisizione della legge che funge da criterio inferenziale non è però acritica; anzi è in questo segmento dell'attività giudiziale che si condensa l'essenza di questa. Non essendo esplorabile in autonomia la valenza intrinseca del sapere introdotto dall'esperto, l'attenzione si sposta sugli indici di attendibilità della teoria»<sup>16</sup>.

---

<sup>14</sup> Cfr. P.P. RIVELLO, *La prova scientifica*, cit., 183; concorda sulla non fruibilità di tale proposta C. BRUSCO, *La valutazione della prova scientifica*, in Aa. Vv., *La prova scientifica nel processo penale* cit., 28.

<sup>15</sup> In questi termini M. TARUFFO, *La prova scientifica nel processo civile*, in *Riv. trim. dir. proc. civ.*, fasc.4, 2005, 1110.

<sup>16</sup> Cfr. Cass. pen., Sez. IV, 14 marzo 2017, 12175 (est. Dovere), in *www.dirittopenalecontemporaneo.it*  
234

Il merito di aver indicato i criteri idonei a valutare la validità e l'attendibilità delle prove scientifiche, va indubbiamente riconosciuto alla più volte richiamata sentenza *Daubert*, di cui si è già detto, e i cui criteri risultano accolti dalla nostra giurisprudenza di legittimità, con la nota sentenza *Cozzini*<sup>17</sup>.

## 2.1. Validità e affidabilità della prova scientifica

La prima fondamentale verifica che il giudice è tenuto a compiere è quella relativa alla validità e affidabilità della teoria scientifica.

Ovviamente, tale vaglio risulta più approfondito rispetto al giudizio di idoneità in fase di ammissione, perché arricchito dalle conoscenze che l'istruzione dibattimentale – in particolar modo l'esame e il controesame degli esperti – hanno consentito di imprimere nel panorama processuale<sup>18</sup>; e perché in fase di ammissione si trattava di un giudizio prognostico, una prevalutazione tale da non infirmare il diritto alla prova delle parti.

La valutazione circa la validità e affidabilità della prova o metodo scientifico di cui si intende fare uso, si impone da principio perché compone la premessa del ragionamento probatorio che si riflette sul percorso argomentativo successivo<sup>19</sup>.

Bisognerà, pertanto, verificare l'adeguatezza dello strumento scientifico-tecnico utilizzato, e se questo sia stato usato in modo corretto, tenuto conto della natura dell'accertamento ma anche degli errori metodologici circa l'astratta idoneità esplicativa ai fini dell'accertamento del fatto mediante l'uso di strumenti scientifici.

E' qui che viene in gioco nuovamente il rispetto della catena di custodia: se non si è pronti ad assegnare alla garanzia prevista per la tracciabilità del campione la correlata

---

<sup>17</sup> Cass. pen., 17 settembre 2010, n. 43786, con nota di P. TONINI, *La Cassazione accoglie i criteri di Daubert sulla prova scientifica. Riflessi sulla verifica delle massime di esperienza*, in *Dir. pen. proc.*, 2011, 11, 1341 s.

<sup>18</sup> Sul punto si rinvia ai contributi di O. DOMINIONI, *La prova penale scientifica*, cit., 298 s., l'Autore offre un'elencazione dei controlli cui il giudice è tenuto in fase di valutazione, sottolineando come il medesimo giudizio di idoneità compiuto in fase di ammissione – relativamente alla prova scientifica nuova o controversa – debba essere compiuto nel momento valutativo, seppur contraddistinto dall'essere questo più approfondito e verificato *funditus*: così come la validità teorica del principio sarà arricchita dalle conoscenze che l'istruzione dibattimentale ha evidenziato, allo stesso modo l'adeguatezza logica (*fit*, in gergo statunitense) dello strumento scientifico va stabilita non più come possibile ma certa. Occorrerà poi valutare il corretto uso pratico dello strumento; la completezza della prova, ovvero che l'esperto formuli conclusioni utili alla ricostruzione del fatto tenendo conto in modo corretto di tutti i dati rilevanti; infine la comprensione della prova, pena la non fruibilità della stessa.

<sup>19</sup> C. BRUSCO, *Il vizio di motivazione nella valutazione della prova scientifica*, in *Dir. pen. proc.*, 2004, 14, 1414 «Il problema della validità e affidabilità della prova scientifica riguarda una delle premesse del ragionamento probatorio e quindi possiamo ritenere che riguardi la giustificazione esterna della motivazione cioè le premesse su cui si fonda il successivo processo argomentativo (giustificazione interna)»

sanzione dell'inutilizzabilità nel caso in cui non fosse rispettato o non fosse provato il rispetto della correttezza dei vari *step* finalizzati alla tipizzazione del profilo genetico, bisognerà quantomeno consegnare al rispetto della catena di custodia una ordine di preferenza in punto di valutazione.

Si intende con ciò affermare che il vaglio preliminare che il giudice sarà tenuto a fare dovrà aver riguardo per l'appunto al rispetto dei vari passaggi della traccia, dal luogo del delitto, passando per lo stoccaggio del reperto nei laboratori scientifici; non dovendosi sottovalutare il rischio di un'alterazione dei risultati di analisi a fronte di operazioni di rilevamento e di raccolta non genuine, e, dunque, non rispettose dei protocolli previsti dalla comunità scientifica; a nulla rilevando in tal caso il rispetto di criteri teorici di per sé pienamente affidabili<sup>20</sup>.

L'importanza della valutazione circa la validità della prova scientifica è stata rilevata tempo addietro da una pronuncia in cui la Suprema Corte si è posta il problema dell'affidabilità del metodo scientifico innovativo, dettando quale criterio per il suo controllo la sottoposizione al vaglio di una pluralità di casi e al confronto critico tra gli esperti<sup>21</sup>; per poi affermare successivamente che il metodo scientifico, pur se innovativo, non necessita di specifici vagli di affidabilità se basato sull'applicazione di leggi ampiamente collaudate dalla comunità scientifica e, dunque, universalmente riconosciute<sup>22</sup>.

I recenti approdi giurisprudenziali<sup>23</sup>, sembrerebbero, invece, evidenziare la necessità che il vaglio sulla validità del metodo scientifico tramite il quale i risultati sono introdotti nel processo, non sia esclusivamente dipendente dalle indicazioni offerte dalla comunità degli esperti, ovvero non sia sufficiente che si basi su leggi scientifiche approvate perché di risalente esperienza: «per valutare l'attendibilità di una teoria occorre esaminare gli studi che la sorreggono. Le basi fattuali su quali essi sono condotti. L'ampiezza, la rigorosità, l'oggettività della ricerca. Il grado di sostegno che i fatti accordano alla tesi. La discussione critica che ha accompagnato l'elaborazione dello studio, focalizzata sia sui fatti che mettono in discussione l'ipotesi sia sulle diverse opinioni che nel corso della discussione si sono formate. L'attitudine esplicativa dell'elaborazione teorica». «Ancora rileva il grado di consenso che la tesi raccoglie nella comunità scientifica. Infine, dal punto di vista del giudice, che risolve casi ed esamina conflitti aspri, è di preminente rilievo l'identità,

---

<sup>20</sup> Sul punto v. *infra* P. I, Cap. I, § 3.

<sup>21</sup> Cass. pen., 9 luglio 1993, n. 8416, in *Arch. nuova proc. pen.*, 1994, 226; sul punto v. S. RENZETTI, *La prova scientifica nel processo penale: problemi e prospettive*, cit., 399.

<sup>22</sup> Si aveva riguardo nella specie al metodo del *Bloodstain Pattern Analysis*: Cass. pen. 29 Luglio 2008, n. 31456, cit., 1867, con nota di F. CAPRIOLI, *Scientific evidence e logiche del probabile nel processo per il "delitto di Cogne"*; sul punto si v. S. RENZETTI, *La prova scientifica nel processo penale: problemi e prospettive*, cit., 399.

<sup>23</sup> Cfr. Cass. pen., 17 settembre 2010, n. 43786, Cozzini, cit.

l'autorità indiscussa, l'indipendenza del soggetto che gestisce la ricerca, le finalità per le quali si muove».

Vengono così dettati una serie di criteri, non tassativi, che ripercorrono quelli già indicati con la sentenza *Daubert*, risultando addirittura ampliati.

Sulla base di queste indicazioni, al giudice – in quanto non esperto, e non conoscitore delle nozioni tecnico-scientifiche – viene chiesto non di indagare sulla fondatezza o correttezza della teoria scientifica, quanto piuttosto di interrogarsi sulla sua affidabilità e validità in astratto a fronte dell'utilità e fruibilità per l'accertamento del fatto in concreto.

## 2.2. Verificabilità e falsificabilità del metodo

Si intende per metodo scientifico la disciplina che indaga sullo statuto delle teorie scientifiche. Ma se «‘metodo’ designa un protocollo di operazioni per ottenere un risultato, mentre ‘scientifico’ sottolinea l'idoneità del mezzo rispetto al fine conoscitivo [...] si profila un paradosso. Se il metodo può dirsi scientifico solo in quanto *garantisca* una conoscenza *indubitabilmente* certa, allora il metodo scientifico non esiste»<sup>24</sup>.

Nelle scienze empiriche non esiste un metodo in grado di offrire una conoscenza certa, o l'assoluta verità delle affermazioni, restando esse accantonate nel campo della più o meno alta probabilità.

Riconosciuta l'insita fallibilità di ogni procedura «si può convenire sull'esistenza di un meta-paradigma, di un generale modello di metodo scientifico, capace di assicurare razionalità alla discussione fra scienziati. Questo modello [...] implica tre passaggi, secondo l'elaborazione dovuta a Popper: problemi – teorie – critica»<sup>25</sup>.

Una teoria è scientifica se è falsificabile, tant'è che dinanzi ad una elaborazione di un'ipotesi e le relative conseguenze in termini di enunciati, si dovrà identificare la classe dei suoi potenziali falsificatori, in modo da poter procedere su queste basi alla verificabilità della teoria.

Il criterio della falsificabilità, dunque la sottoposizione della teoria scientifica a tentativi di smentita – i quali, se hanno esito negativo, confermano l'attendibilità della stessa – mette in luce la stretta connessione della fase di assunzione della prova scientifica con quella della valutazione. E' nella dialettica processuale e nel vivo del contraddittorio che ciascuna delle parti deve poter dimostrare che – nel caso –, non soltanto siano applicabili al fatto storico differenti regole, differenti metodi scientifici che prospettino una spiegazione alternativa; ma anche che quella stessa teoria non possa dirsi pienamente verificata alla luce

---

<sup>24</sup> Cfr. P. FERRUA, *Metodo scientifico e processo penale*, cit., 12.

<sup>25</sup> Cfr. Id., *Metodo scientifico e processo penale*, cit., 13.

di leggi scientifiche tali da intaccarne l'affidabilità: «la prova scientifica non deve diventare una nuova versione di “prova legale”, perché, lo sappiamo, la prova scientifica non è immune da smentite. Un evento può essere la conseguenza di altre cause oltre a quelle ipotizzate; occorre escludere almeno la operatività di quelle cause, che sono attualmente conoscibili. L'esistenza di una prova scientifica non esenta l'accusa dal dimostrare che la ricostruzione alternativa non è accettabile»<sup>26</sup>.

E' dal dibattito acceso della comunità degli esperti che nascono i risultati scientifici dotati di maggiore solidità in quel preciso momento storico: la verificabilità delle teorie che li sottendono trova, difatti, fondamento nella avvenuta falsificabilità; e – di riflesso – l'attendibilità della teoria scientifica calata nel processo, dunque della prova scientifica, è tanto maggiore quanto più incisivo è stato il vaglio nel contraddittorio tra le parti, *rectius* il contraddittorio tecnico effettuato attraverso gli esperti; strumento più che idoneo, questo, a controllare le varie impostazioni teoriche, a confutare le false ipotesi scientifiche, o a negarle per la ricostruzione fattuale nel caso concreto <sup>27</sup>.

A determinare il grado di attendibilità di una determinata teoria scientifica «non è il numero dei casi corroboranti, quanto piuttosto la severità dei vari controlli ai quali l'ipotesi può essere, ed è stata, sottoposta»<sup>28</sup>.

Eppure anche il falsificazionismo presenta una serie di problemi<sup>29</sup>.

Gli enunciati che compongono la classe dei falsificatori, sono anch'essi contenuti in una teoria che è suscettibile di essere falsificata, con un possibile regresso all'infinito.

Inoltre, la falsificazione di una proposizione isolata è inattuabile, in quanto ogni ragionamento sperimentale regge su un certo numero di proposizioni che si congiungono con l'enunciato che si intendeva falsificare: «Pertanto, anche in caso di esito negativo delle prove sperimentali, lo scienziato, interessato a difendere il nucleo della propria teoria, può sempre indirizzare la falsificazione verso una delle tante proposizioni ausiliarie richieste per il controllo empirico; e ‘correggere’ così l'originaria formulazione»<sup>30</sup>.

Nonostante ciò, il criterio del falsificazionismo rappresenta uno strumento fondamentale per l'individuazione di ciò che risulti effettivamente utile nell'accertamento,

---

<sup>26</sup> Cfr. P. TONINI, *Dalla perizia “prova neutra” al contraddittorio sulla scienza*, cit., 363.

<sup>27</sup> «Il contraddittorio colma lo iato che intercorre tra il processo penale e la scienza che, di per sé, non è pensata per l'applicazione giuridica» così C. CONTI, *La prova del rapporto di causalità*, in Aa. Vv., *La prova scientifica nel processo penale*, cit., 143.

<sup>28</sup> K. R. POPPER, *La logica della scoperta scientifica* (1935), cit., 295, la sua idea è che la scienza possa offrire una migliore approssimazione della verità, nel senso che pur non potendo affermare che le teorie scientifiche siano sempre completamente giustificabili e verificabili, è tuttavia possibile sottoporle a controllo intersoggettivo.

<sup>29</sup> Per una disamina dei problemi già evidenziati da Popper connessi al principio di falsificazione si v. P. FERRUA, *Metodo scientifico e processo penale*, cit., 13.

<sup>30</sup> Id., *Metodo scientifico e processo penale*, cit., 14.

e ciò che non debba essere invece considerato come attendibile base scientifica per il raggiungimento della prova di un fatto: solo attraverso ripetuti *test* e un processo di affinamento, le teorie possono dimostrare la verità scientifica ed essere serventi per una verità processuale.

In altre parole, occorrerà verificare che il metodo proposto abbia superato le valutazioni di attendibilità da parte degli esperti, ed abbia resistito ai tentativi di falsificazione; verificare se abbia avuto diffusione nella comunità scientifica, o le cui critiche non siano fondate su argomentazioni insuperabili o ragionevolmente motivate. Non potrà, difatti, entrare nel processo qualunque teoria che non risulti ragionevolmente fondata: «Per essere processualmente acquisibile nel processo, siffatta conoscenza deve avere le caratteristiche sia di una controllabilità intersoggettiva sia di una giustificabilità dei metodi seguiti e dei risultati ottenuti. In tale prospettiva, ciò che si richiede è quindi che l'esperimento probatorio riguardi un mezzo di prova rilevante sotto il profilo della sua idoneità epistemologica perché conforme alle regole scientifiche del campo di riferimento»<sup>31</sup>.

La scelta del metodo scientifico da parte dell'esperto risulta di importanza ancor maggiore nel settore dell'analisi genetica, perché, sin dall'inizio, tutta la procedura analitica si basa continuamente su scelte dell'esperto di seguire un particolare tecnica anziché altra: si pensi alla diagnosi di natura o di specie, una delle prime attività svolte, che – si è detto in precedenza – si basa su test presuntivi che consumano il campione, riducendo la quantità di DNA contenuto nella traccia: quanto si tratta di un campione con quantità già limitata l'esperto deve far comprendere che proseguire ad individuare cos'è la traccia potrebbe influire negativamente sull'analisi successiva rivolta ad individuare di chi è; o si pensi alle varie metodologie in fase di estrazione, in cui la scelta tra una tecnica, indipendentemente dall'essere questa automatizzata o meno, potrebbe incidere fortemente sul risultato e sulla quantità di DNA estratto; o ancora, si pensi, più in generale, la scelta di un particolare metodologia analitica sol perché dettata dalla contigenza e diponibilità di laboratorio, ma non perché l'unica metodologia possibile: questo il giudice lo deve sapere, ancorché l'esperto della controparte nulla eventualmente contraddica, perché ne va della rigosità della ricerca e della reale incidenza di quella tecnica seguita.

Questi sono solo alcuni tra i tanti esempi che mettono in luce l'importanza del controllo sulla metodologia seguita dall'esperto, che tutto dice circa l'affidabilità di una prova scientifica, se resistente nel dibattito a quel *contraddittorio consapevole* dinanzi al giudice, nei termini sopra descritti.

---

<sup>31</sup> Così come riportate da C. BRUSCO, *Scienza e processo penale: brevi appunti sulla valutazione della prova scientifica*, cit., 61 s., le indicazioni sono tratte da *Linee-guida per l'acquisizione della prova scientifica nel processo penale*, Siracusa, 2008, proposte dall'ISISC (Istituto superiore internazionale di scienze criminali).

### 2.3. Il margine di errore

Concordi nel ritenere che l'affidabilità della prova non può essere fondata solo sull'attendibilità, o prestigio dell'esperto, richiedendosi, invece, un controllo critico del risultato di prova, non può essere omesso un altro vaglio indicato nella celebre pronuncia *Daubert*: anche ammessa la validità di una prova scientifica e la correttezza della sua esecuzione, bisognerà comunque tener conto del relativo margine di errore.

Errore che può derivare tanto dall'utilizzo, o non, di una determinata metodica, ovvero dal mancato rispetto di *standard* o procedure, tesi a limitare quanto più possibile l'erronea soluzione (es. falsi positivi e falsi negativi); ovvero tasso di errore inscindibilmente connesso al tipo di accertamento scientifico che si va a compiere.

Dunque, caso per caso, occorrerà valutare non soltanto il relativo margine di errore, ma anche la probabilità con cui ricorre nel caso concreto, donde escludere un diretto automatismo che dalla più o meno ricorrenza in generale dell'errore faccia dipendere una valutazione altrettanto generica di attendibilità o non dell'accertamento scientifico. Ne consegue che anche un elevato margine di errore, potenzialmente tale da escludere l'attendibilità dell'accertamento scientifico, potrebbe non rilevare laddove nel caso concreto, esistano condizioni che rendano impossibile o estremamente improbabile quel tipo di errore; allo stesso modo, metodi e tecniche scientifiche, che vantino un relativamente basso margine di errore, vanno non perciò solo, valutati meno criticamente rispetto ad altri metodi e tecniche dotate di alto margine di errore, perché non può escludersi che nel caso di specie, un seppur infinitesimale tasso di errore possa aver inficiato l'esito finale e aver messo, dunque, in discussione l'intero risultato di prova<sup>32</sup>.

Per verificare se il margine di errore derivi dall'imperfezione della tecnica utilizzata, dalla natura dell'accertamento, o da contaminazioni a causa di elementi esterni, e, quindi, per fare in modo che il giudice possa entrare negli spigoli di una teoria scientifica, di un sapere specialistico che sfugge alle proprie competenze, e verificare non solo la validità della teoria esposta, ma anche la percentuale più o meno bassa di errore, e sottoporla a critica (nel senso di valutare quanto il connaturato o non connaturato tasso di errore possa aver inficiato il risultato di prova, o quanto nel caso di specie il mancato rispetto di un metodo possa averlo generato) occorrerà, da un lato, la comprensibilità del sapere scientifico; e soccorrerà, dall'altro, il contraddittorio tra gli esperti.

---

<sup>32</sup> In questi termini C. BRUSCO, *Scienza e processo penale: brevi appunti sulla valutazione della prova scientifica*, cit., 61 s..



Ancora una volta si intende, cioè, porre l'attenzione sull'esigenze che il perito o il consulente rendano, in maniera quanto più chiara e lineare, il proprio parere: anche laddove l'esperto abbia operato con modalità e contenuti sofisticati, dovrà, se potrà, adottare un linguaggio, un modulo di comunicazione che seppur non possa mai essere sostituito da quello proprio della scienza, si renda il più possibile comprensibile ai non addetti ai lavori.

Dunque, così come nella fase di ammissione, ovvio che anche nella fase di assunzione dovranno essere apprestati congegni tecnico-procedurali capaci di rendere dominabile e comprensibile la prova scientifica: da ciò l'importanza del contraddittorio tra gli esperti e l'esigenza che tale contraddittorio tecnico non si traduca, per tale via, in un indecifrabile dialogo tra esperti<sup>33</sup>.

Il margine di errore, nell'analisi genetica può essere dipendente anche da, tutt'altro che rari, fenomeni di contaminazione

### 2.3.1. *Riflessi in ambito genetico*

Ciò che indubbiamente caratterizza e influenza un buon esito dell'indagine genetica, è rappresentato dalla rigerosità dell'approccio scientifico all'interno del laboratorio e fuori di esso, la cui maggiore affidabilità è data dalla riproducibilità del risultato: «in linea generale è [...] raro sentire parlare di risultati tecnici fallibili e ancor meno di errori, il che è inaccettabile all'interno di una comunità di esperti, proprio nei territori dove dovrebbe essere professata la correttezza e il rigore scientifico, considerato che proprio presentare le fallibilità di un metodo o sistema analitico è l'unico modo per superarne i limiti»<sup>34</sup>.

Per quanto riguarda la possibilità che si verifichino artefatti di analisi, ovvero errori inediti allo strumento o tecnica utilizzata, si rimanda a quanto in precedenza affermato all'interno dell'inquadramento scientifico.

---

<sup>33</sup> In punto di controllo sulla comprensibilità cfr. O. DOMINIONI, *La prova penale scientifica*, cit., 304, in cui si afferma che per evitare l'impermeabilità del sapere scientifico, occorrerà attrezzare «le parti e il giudice di risorse di controllo che rendano comprensibili, e dunque dominabili, gli statuti scientifici e tecnologici. Una tale imperscrutabilità è un problema che va fronteggiato sin dalla fase dell'assunzione probatoria, per la quale si devono apprestare congegni tecnico-processuali capaci di superarla sia per rendere dominabile la formazione della prova e sia per propiziare una effettiva valutazione»; si veda anche A. MITTONE, *Libero convincimento e sapere scientifico: riflessioni sulla perizia nel processo penale*, in *Quest. giust.*, 1983, 576 s., in cui si evidenzia che quando il giudice non è in grado di apprezzare l'attendibilità della prova scientifica «si profilano i rischi gravissimi dell'impossibilità di utilizzare tecniche raffinate per l'accertamento dei fatti, perché queste rimangono incomprensibili al giudice poco colto, o di una totale o passiva subordinazione del convincimento del giudice al parere espresso dal consulente tecnico, perché il primo non è in grado di valutare razionalmente l'operato del secondo».

<sup>34</sup> U. RICCI, *D.N.A. Oltre ogni ragionevole dubbio*, cit., 62.

Merita, invece, di essere evidenziato in questo contesto il rischio di contaminazione. Si è ripetuto più volte, infatti, di come all'aumentare della sensibilità in punto di avanzamenti tecnologici e metodologici, aumenta anche il rilevamento di fattori contaminanti l'analisi stessa, che potrebbero comporre l'errore di analisi genetica.

Si può distinguere una contaminazione *endogena* causata da una commistione di componenti biologiche di qualsiasi natura che porti alla diagnosi di profili misti. Ciò può esser dovuto tanto dalle caratteristiche iniziali della traccia, quanto dalla non idonea repertazione e conservazione dei reperti. Così come può accadere che il campione di DNA estratto dal reperto biologico forense, se di pessima qualità e scarsa quantità, possa essere contaminato dal DNA ottenuto dal campione biologico appartenente all'indagato: in questo modo il genoma dell'indagato si amplificherà in maniera migliore rispetto a quello del reperto, creando una falsa compatibilità<sup>35</sup>.

Altra possibile contaminazione potrebbe derivare dalla presenza di prodotti di PCR che siano entrati in contatto con il campione di DNA oggetto di analisi: la c.d. contaminazione *esogena*, facilmente rilevabile dalla stessa reazione come sopra evidenziato, ovvero sulla base del meccanismo dei duplici controlli positivi e negativo.

In relazione a substrati biologici altamente degradati si può inoltre registrare una contaminazione c.d. *sporadica*, non identificabile, né quindi eliminabile anche attuando le procedure di controllo allestite all'interno della PCR.

In particolari per tracce di DNA caratterizzate da un basso numero di copie, ovvero per via della complessità di alcuni profili, maggiore è la possibilità di eventi contaminanti, tant'è che proprio in relazione a questi sono stati di recente sviluppati i sistemi probabilistici di cui si è fatto riferimento in precedenza, capaci di rilevare eventuali contaminazioni di laboratorio, in quanto capaci di utilizzare tutta l'informazione della traccia disponibile. Tuttavia, si ripropongono le perplessità sopra evidenziate dell'uso di tali sistemi e la difficoltà di individuare, eliminare o soltanto mitigare, gli effetti della contaminazione in relazione a particolari contingenze.

#### 2.4. Identità e autorità del soggetto che gestisce la ricerca

---

<sup>35</sup> In questi termini U. RICCI – C. PREVIDERE' - P. FATTORINI – F. CORRADI, *La prova del DNA per la ricerca della verità. Aspetti giuridici, biologici e probabilistici*, cit., 431 s., che evidenziano la più volte richiamata cautela consistente nell'analizzare il campione di riferimento dell'indagato unicamente dopo avere ottenuto il profilo genetico dalla traccia in analisi.

Nella giurisprudenza di legittimità si assume di preminente rilievo l'identità, l'autorità indiscussa, l'indipendenza del soggetto che gestisce la ricerca, le finalità per le quali si muove<sup>36</sup>.

L'attenzione al livello di qualificazione dell'esperto – criterio, anch'esso in linea con le indicazioni provenienti dalle corti statunitensi – ha il merito di evidenziare l'accertamento che il giudice è chiamato ad operare in relazione alle competenze e capacità scientifiche e al livello di specializzazione che l'esperto abbia in un determinato settore.

Sulla base dell'art. 221 c.p.p., l'esperto è scelto “*tra persone fornite di particolare competenza nella specifica disciplina*”, il consulente/perito, per lo svolgimento delle attività peculiari cui è chiamato, dovrebbe garantire conoscenza e professionalità di cui il magistrato che lo nomina si fa garante nei confronti delle parti. Analogamente, anche la scelta del consulente del Pubblico Ministero, come da art. 359 c.p.p. “*per cui sono necessarie specifiche competenze*”, non può prescindere dalla competenza della persona cui è affidato l'incarico. Tuttavia, le norme citate non fanno alcun riferimento a quali siano i “titoli” idonei a dimostrare la “speciale capacità tecnica”<sup>37</sup>.

Più è complesso il settore in cui l'esperto è chiamato a fornire il proprio intervento, maggiore è la competenza e professionalità che da questo ci si aspetta: l'esperto deve essere in grado di certificare la proprie qualità assicurando la giusta preparazione, ed esperienza nei settori di cui è richiesto il suo ausilio.

Nel particolare ambito della genetica forense, tra gli aspetti determinanti per valutare la particolare competenza c'è non soltanto la necessaria abilità tecnica per la conduzione dell'esame di laboratorio, ma anche l'abilità comunicativa dell'esperto chiamato a relazionare in dibattimento, in relazione alla capacità di trasmettere i dati, le criticità, i limiti e la forza dell'indagine condotta.

In altre parole, si fa riferimento al fondamentale aspetto su cui si fonda la trasmissibilità del sapere scientifico all'interno del processo, che è dato non soltanto dalla professionalità e competenza dell'esperto, ma anche dall'uso che della propria professionalità questi ne faccia: si è già detto con insistenza della necessità che l'esperto non soltanto sia in grado di operare correttamente, ma anche saper relazionare in dibattimento di quella correttezza. L'esperto cioè, deve calarsi nella realtà processuale, consapevole del fatto che il mondo scientifico è altro rispetto a quello processuale in cui quel sapere confluisce;

---

<sup>36</sup> Cfr. Cass. pen., Sez. IV, 17 settembre 2010, n. 43786, Cozzini, cit.

<sup>37</sup> Cfr. F. DE STEFANO, A. BONSIGNORE, C. VIAZZI, *La scelta dei consulenti e dei periti per gli accertamenti genetici*, in *Rivista Italiana di Medicina Legale (e del Diritto in campo sanitario)*, fasc.1, 2016, 285 « In questo senso è auspicabile che i Comitati degli Albi attivati presso ciascun Tribunale concordino, con i singoli Ordini professionali delle rispettive Province, “griglie” di indici orientativi alla cui stregua valutare la speciale capacità occorrente per l'iscrizione all'albo dei CTU e dei periti ».

deve, cioè, mettere in condizioni parti e giudice di comprendere gli esiti della scienza, mediante un linguaggio quanto più semplice e afferrabile possibile.

In ambito genetico, forse più di ogni altro, in cui la manualità dell'esperto assume un ruolo fondamentale, dovrebbe chiedersi all'esperto stesso uno sforzo ulteriore che consiste nella descrizione analitica di ogni singolo, ancorchè superfluo, passaggio, curando di mettere in luce tutte le ipotetiche alternative a disposizione del laboratorio ed esterne ad esso; ciò presuppone che l'esperto conosca lo stato dell'arte – che in questo settore più che in altri, risulta in continuo aggiornamento quotidiano – e che, dunque, documenti con cura la preparazione ed esperienza che l'ha condotto ad adottare una particolare metodica anziché altra<sup>38</sup>; un particolare accorgimento; un particolare modello di riferimento; insomma una documentazione accurata di ciascuna operazione. Avendo cura di precisare che all'esperto non si chiede di esprimere opinioni non supportate da scientifiche e analitiche dimostrazioni.

Pertanto, già al momento del conferimento dell'incarico, il giudice, nel contraddittorio tra le parti dovrà verificare «la specifica qualificazione del perito in relazione all'oggetto dell'accertamento: titoli di studio, esperienza pratica, produzione scientifica, aggiornamento professionale e ogni altro requisito utile per vagliare l'idoneità al compimento dell'incarico; in secondo luogo, la ragionevolezza del quesito proposto sulla base degli elementi disponibili nel caso concreto»<sup>39</sup>.

L'esigenza principale è quella di assicurare la correttezza ed affidabilità delle conclusioni offerte, garantendo un adeguato vaglio dei dati scientifici da parte del giudice.

#### 2.4.1. *L'indipendenza dell'esperto*

Tuttavia, merita qualche precisazione il richiamo che la Cassazione rivolge all'indipendenza del soggetto che gestisce la ricerca, nonché alle finalità per le quali questi si muove.

Verificare l'indipendenza dell'esperto – quale parametro alla stregua del quale operare il vaglio di affidabilità della prova scientifica – risulterebbe coerente con i principi

---

<sup>38</sup> Cfr. Id. «Per quanto riguarda [...] l'aspetto relativo all'analisi interpretativa dei dati di laboratorio ed al loro significato epicritico, il riferimento non può che essere – in prima istanza – “esperienziale”. Ciò presuppone la necessità di una valutazione incrociata (*cross examination*) delle esperienze maturate nel tempo dal consulente/perito, con esplicito riferimento alla casistica affrontata (numerosità, complessità, etc.), da parte dei diversi attori del processo. È evidente, tuttavia, che da sola l'esperienza casistica non può rappresentare una oggettiva garanzia di qualità. Ed allora, almeno pari rilievo deve assumere la validazione interpretativa dei dati in discussione da parte della comunità scientifica, ove esista; anche tenendo conto del contributo del consulente/perito documentabile attraverso pubblicazioni scientifiche su riviste di diffusione internazionale».

<sup>39</sup> Si v. *Le Linee-guida per l'acquisizione della prova scientifica nel processo penale*, cit., cfr. C. BRUSCO, *Scienza e processo penale: brevi appunti sulla valutazione della prova scientifica*, cit., 61 s., nt. 26.

costituzionali del diritto di difesa e parità delle parti processuali, sol se correttamente inteso nell'ottica di una indipendenza della ricerca scientifica, più che dell'esperto che la sostiene; ovvero se inquadrato all'interno di una cornice processuale in cui si valuti solo la posizione dell'esperto che gestisce la propria ricerca in piena autonomia rispetto ad altro esperto che invece proponga elaborazioni scientifiche poste al servizio di interessi particolari, ma comunque extraprocessuali.

In una recente pronuncia, la Cassazione – consapevole della difficoltà che un vaglio critico sulla indipendenza dell'esperto, quale condizione di imparzialità del medesimo, richiede – afferma che tale accertamento «dovrebbe avvalersi di indici “estrinseci” di sicura efficacia dimostrativa, e in mancanza non può che affidarsi alla completezza delle fonti sulle quali l'esperto poggia il proprio contributo al giudizio; quanto più non risulteranno omissioni; tanto più potrà ritenersi ragionevole un giudizio di indipendenza. Seguirà poi la verifica della competenza. L'uno e l'altra possono trarre giovamento da una valutazione comparativa; la quale però non deve avvilire il giudizio in una dimensione relativistica, come se si trattasse esclusivamente di rinvenire l'esperto più indipendente o competente tra quelli coinvolti nel singolo giudizio»<sup>40</sup>.

Dunque, un conto è valutare situazioni di potenziale rischio per la genuinità della ricerca, e di riflesso per l'affidabilità della prova scientifica nel processo; altro, è allontanarsi dalla qualificazione professionale ed oggettiva dell'esperto, dalla rigorosità ed indipendenza della ricerca, dalle finalità (scientifiche ed euristiche) per le quali questo si muove; per avvinarsi ad un vaglio soggettivo tutto incentrato sugli scopi (processuali) per i quali l'esperto protende.

La reale insidia nascosta dietro questo tipo di valutazione, è data non tanto o non soltanto dal toccare la libertà di pensiero dell'esperto, quanto dal sorgere del rischio di avvalorare *a priori* una maggiore credibilità del perito – in quanto esperto neutrale del giudice – rispetto a quella del consulente, e con ciò «alterare l'isonomia della dialettica processuale»<sup>41</sup>.

A risentirne sarebbe un istituto caratterizzante il passaggio dal vecchio al nuovo codice del 1988, in materia di prova scientifica, ovvero la disciplina della consulenza tecnica extraperitale *ex art 233 c.p.p.*, mediante l'attribuzione alle parti della facoltà di immettere

---

<sup>40</sup> Cfr. Cass. pen., Sez. IV, 14 marzo 2017, 12175 (est. Dove), cit.

<sup>41</sup> Sul punto D. VICOLI, *Riflessioni sulla prova scientifica: regole inferenziali, rapporti con il sapere comune, criteri di affidabilità*, in *Riv. it. medicina legale*, 2013, 3, 1239 s.; si v. anche G. CARLIZZI, *Giudice 2.0 e uso del sapere specialistico nel processo penale*, cit., «Non vi è dubbio che, nella prassi giudiziaria, tale principio sia spesso seguito, perlomeno in maniera tacita: i giudici ritengono quasi doveroso fidarsi maggiormente degli esperti da loro stessi nominati. Ciò non toglie che una legittimazione siffatta non sembra compatibile con l'assetto costituzionale del giudizio, in particolare con i principi del diritto di difesa e del giusto processo».

nel processo pareri qualificati per mezzo di esperti, in grado di instaurare un dialogo diretto con il giudice, e ricevere pieno valore probatorio, con conseguente fungibilità tra consulenza tecnica e perizia<sup>42</sup>.

Quando si afferma, in giurisprudenza, che «un conto è un'indagine condotta da un organismo pubblico, istituzionale, realmente indipendente; ed altra cosa è un'indagine commissionata o gestita da soggetti coinvolti nelle dispute giuridiche»<sup>43</sup>, si commette un duplice errore: da un lato, la mancata considerazione che il dare rilievo al ruolo e ai fini dell'indagine peritale – in termini di indipendenza e scopi processuali – non significa percorrere una corsia privilegiata in termini di maggiore attendibilità dell'accertamento, perché l'imparzialità del perito non garantisce per ciò solo ed indistintamente una più elevata affidabilità degli strumenti tecnico scientifici utilizzati rispetto al consulente di parte; e dall'altro – nel caso, tutt'altro che raro, di contrasto tra opposte tesi di consulente di parte e consulente della pubblica accusa – sarebbe quest'ultimo a vantare una posizione privilegiata in nome del suo ruolo, che seppur non neutrale genera un minore coinvolgimento e dunque un maggior credito, in dispregio al principio di parità delle parti costituzionalmente previsto.

Dunque, l'utile riferimento all'autorevolezza della fonte scientifica – tenuto conto del livello di sapere specialistico di quell'esperto in un determinato ambito – è indubbiamente altro rispetto alla valutazione, molto meno condivisibile, degli scopi processuali, ovvero alla più o meno indipendenza degli esperti intesa in un'ottica non euristica o scientifica, ma tutta e solo processuale: questo vaglio rischierebbe di alterare la dialettica tra le parti, con il rischio di instaurare una ingiustificata preferenza per le tesi di cui ne siano portatori gli esperti del giudice o – peggio – quelli dell'organo pubblico di accusa.

## 2.5. Il consenso della comunità scientifica

Ci si chiede, infine, quale incidenza debba avere nella deliberazione del giudice, il grado di consenso che una tesi raccoglie nell'ambito della comunità scientifica.

Come si è detto è al *Daubert case* che si deve il superamento dell'unico criterio previsto per l'ammissione della prova tecnica della *general acceptance rule*, pur tuttavia riconoscendo la sua valenza ausiliaria. Una diffusa adesione degli studiosi non è requisito indispensabile, ma rappresenta un fattore che può contribuire a determinare la *scientific reliability* di un metodo, il cui “custode” è pur sempre il giudice.

---

<sup>42</sup> Cfr. O. DOMINIONI, *La prova penale scientifica*, cit., 342; C. CONTI, *Iudex peritus peritorum e ruolo degli esperti nel processo di parti*, cit., 35; cfr. D. VICOLI, *Riflessioni sulla prova scientifica*, cit., 1239 s.

<sup>43</sup> Cfr. Cass. pen., Sez. IV, 17 settembre 2010, n. 43786, Cozzini, cit.

Rinunciare al solo parametro della generale accettazione della comunità scientifica ha comportato il superamento dei problemi di aprioristica rinuncia all'ingresso nel processo della prova nuova o controversa.

Sul punto c'è chi non ritiene condivisibile il richiamo operato dalla giurisprudenza di legittimità al «preponderante, condiviso consenso»<sup>44</sup>, in quanto ingenererebbe un *palese cortocircuito logico*: il giudice nonostante il riscontro positivo dello scrutinio sulla scientificità di una metodologia, dovrebbe comunque chiedersi se quest'ultima sia o meno accettata; la risposta negativa ne impedirebbe l'impiego<sup>45</sup>.

A ben vedere, il criterio del consenso della comunità degli studiosi dovrà sì essere ricostruito in chiave ancillare rispetto agli altri parametri individuati con la sentenza *Daubert*, e recepiti nel nostro ordinamento con la sentenza *Cozzini*; ma dovrà sottolinearsi altresì la rilevanza pratica che continua a rivestire anche a seguito di dette pronunce.

Si è affermato: «una scienza che si proclama tale, nonostante l'assenza di credito presso la comunità scientifica di appartenenza, l'esiguità delle pubblicazioni scientifiche di supporto, la mancanza di respiro a livello internazionale, non può essere assunta come base del giudizio causale solo perché sostenuta dall'esperto occasionalmente compulsato»<sup>46</sup>.

Secondo tale dottrina, non vi sono parametri che singolarmente considerati o utilizzati congiuntamente, consentano di accertare la qualità della scienza prescindendo del tutto dal criterio della prevalenza delle opinioni espresse nel mondo degli scienziati del settore, che rimane il criterio di partenza e al tempo stesso più significativo<sup>47</sup>.

Pertanto, se è vero che il progresso, la competitività, l'avanguardia, potrebbero arrivare a relativizzare la funzione indiziante di alcuni tradizionali criteri di accreditamento scientifici, è anche vero che si fanno strada con non poche difficoltà proprio in virtù del peso e del valore delle tesi largamente condivise.

In giurisprudenza si è affermato, che il consenso della comunità scientifica in ordine ad un determinato accertamento tecnico ben si accosta alla regola della colpevolezza «al di là di ogni ragionevole dubbio»: «se la maggioranza degli studiosi è contraria a ritenere

---

<sup>44</sup> Cfr., *Idem*.

<sup>45</sup> Il riferimento è ai contributi di C. BRUSCO, *Scienza e processo penale: brevi appunti sulla valutazione della prova scientifica*, cit., 61 s. che nota come la più recente sentenza *Cantore* (Cass. pen., Sez IV, 29 gennaio 2013, n. 16237, in *CED* n. 255105, ribadisca i passaggi della sentenza *Cozzini* in tema di controllo sull'affidabilità della prova scientifica, ma ometta il riferimento al ponderante e condiviso consenso della comunità scientifica.

<sup>46</sup> Cfr. F. GIUNTA, *Questioni scientifiche e prova scientifica*, cit., 578.

<sup>47</sup> Ne è consapevole la Corte di Cassazione quando afferma: «Il consenso della comunità scientifica in ordine ad un determinato accertamento tecnico ben si accosta alla regola della colpevolezza «al di là di ogni ragionevole dubbio»: [...] «se la maggioranza degli studiosi è contraria a ritenere attendibile una certa prova, se ne dovrà fare a meno, poiché troppo alto è il rischio di incorrere in errori forieri di conseguenze drammatiche per i soggetti coinvolti» così Cass. pen., Sez. I, 26 febbraio 2014, n. 39220.

attendibile una certa prova, se ne dovrà fare a meno, poiché troppo alto è il rischio di incorrere in errori forieri di conseguenze drammatiche per i soggetti coinvolti»<sup>48</sup>.

Il problema potrebbe porsi con maggiore complessità, nel caso in cui la stessa scienza è spaccata al suo interno, con un grado di consenso maggiore o minore da una parte o dall'altra.

Ritenere di dover applicare la tesi che confida in un maggior accordo tra gli studiosi, potrebbe nascondere l'insidia di far defluire – per il tramite della scienza – valutazioni di tipo probabilistico che il processo penale dovrebbe ripudiare, almeno nella misura in cui non si tiene conto che il tentativo di smentita, proveniente dalla tesi contrapposta, potrebbe essere tale – se ragionevolmente impostato e scientificamente attendibile – da mettere in dubbio la tesi scientifica dotata di una percentuale di consenso maggiore presso la comunità degli studiosi.

Tuttavia, se è vero che «per il giudice sarà molto più agevole ergersi, per dirla ancora con la sentenza Cozzini, a “custode e garante della scientificità della conoscenza fattuale”, quando motiva la sua preferenza per la tesi largamente maggioritaria, sostenuta da studiosi autorevoli anche a livello internazionale e i cui riscontri sono documentati nella migliore letteratura di settore»<sup>49</sup>; è anche vero che per il giudice sarà molto meno agevole superare nel processo l'irrisolto contrasto che neppure la comunità degli studiosi riesce a risolvere al suo interno.

Per entrare nel vivo di tale problematica questione, occorre porre preliminarmente una distinzione tra due diverse ipotesi di tesi in conflitto: una cosa è l'eventualità – tutt'altro che rara – che consulente e perito, o consulenti tra loro, siano portatori di tesi scientifiche in conflitto.

In tale situazione di contrasto tra posizioni, si afferma in giurisprudenza che il giudice debba servirsi dei criteri obiettivi e scientifici su indicati, operando in base al principio di falsificazione, e dunque escludendo le ipotesi inverosimili o non ragionevolmente ipotizzate, tenuto anche conto del consenso che la comunità degli esperti ripone per un determinato accertamento tecnico<sup>50</sup>.

In virtù del principio del libero convincimento, il giudice ha la possibilità di scegliere fra le varie tesi scientifiche prospettate dagli esperti, purché dia conto con motivazione

---

<sup>48</sup> Cfr. Cass. pen., sez. I, 26 febbraio 2014, n. 39220.

<sup>49</sup> Cfr. F. GIUNTA, *Questioni scientifiche e prova scientifica*, cit., 580.

<sup>50</sup> Cfr. Corte assise appello Roma 27 aprile 2012 «Nel caso di contrasto tra posizioni in tema di prova scientifica, il giudice deve ancorarsi a criteri obiettivi e scientifici, tali da poter escludere le ipotesi inverosimili e le alternative impossibili, sottoponendo le varie ipotesi ad un rigoroso vaglio critico, tenendo conto del consenso espresso dalla comunità scientifica nei riguardi di un determinato accertamento tecnico e controllando l'osservanza dei protocolli sulle modalità di acquisizione e valutazione dei reperti utilizzati per le analisi.»



accurata delle ragioni per le quali abbia scelto una tesi e mostrato dissenso per l'altra<sup>51</sup>; dunque, pur non essendo gravato dell'obbligo di fornire autonoma giustificazione dell'esattezza scientifica di una teoria rispetto all'altra, è comunque tenuto a dimostrare di aver valutato in termini di affidabilità e completezza tutte le argomentazioni scientifiche prospettate<sup>52</sup>.

Solo un attento controllo sulla validità e affidabilità teorica del principio scientifico – basato sulla falsificabilità della tesi, sul metodo utilizzato, sull'interpretazione del margine di errore, accanto al criterio soggettivo della autorevolezza e qualificazione professionale dell'esperto, e al grado di consenso che la comunità scientifica accorda alla tesi – potrà giustificare una ragionevole e motivata scelta in termini di maggiore o minore affidabilità di una tesi anziché dell'altra, tenuto conto allo stesso tempo del peso che questa riveste alla luce delle altre risultanze processuali; qualsiasi discostamento da questo tipo di valutazione si tradurrebbe in una ingiustificata e sterile scelta di una tesi piuttosto che dell'altra, non supportate entrambe da adeguata comprensione.

Chiarito questo, l'altra questione indubbiamente più problematica a cui si faceva riferimento, è lo spaccato tutto interno alla comunità scientifica, ossia il verificarsi di situazioni in cui il consenso accreditato ad una determinata teoria scientifica sia al pari accreditato da altra opposta parte della comunità degli esperti.

Quando si registri tale tipo di contrasto, sarebbe irragionevole e paradossale ammettere che sia il giudice in un contesto processuale il soggetto chiamato a risolverlo.

Pertanto il ragionamento condotto dalla, più volte richiamata, sentenza Cozzini nel punto in cui si afferma che se "il sapere scientifico non è consolidato o non è comunemente accettato perché vi sono tesi in irrisolto conflitto, spetta comunque al giudice prescegliere

---

<sup>51</sup> *Ex multis*: Cass. pen., Sez. IV, 17 aprile 2012, n. 23146, «In tema di valutazione delle diverse tesi prospettate dal perito e/o dai consulenti tecnici, il giudice di merito può fare legittimamente propria l'una piuttosto che l'altra tesi scientifica, purché dia congrua e motivata ragione della scelta e dimostri di essersi soffermato sulla tesi o sulle tesi che ha creduto di non dover seguire.»; cfr. Cass. pen., Sez. IV, 13 maggio 2011, n. 24573: «In virtù dei principi del libero convincimento del giudice e di insussistenza di una prova legale o di una graduazione delle prove, il giudice ha la possibilità di scegliere, fra le varie tesi scientifiche prospettate da differenti periti di ufficio e consulenti di parte, quella che ritiene condivisibile, purché dia conto, con motivazione accurata e approfondita delle ragioni del suo dissenso o della scelta operata e dimostri di essersi soffermato sulle tesi che ha ritenuto di disattendere e confuti in modo specifico le deduzioni contrarie delle parti, sicché, ove una simile valutazione sia stata effettuata in maniera congrua in sede di merito, è inibito al giudice di legittimità di procedere a una differente valutazione, poiché si è in presenza di un accertamento in fatto come tale insindacabile dalla Corte di cassazione, se non entro i limiti del vizio motivazionale.»

<sup>52</sup> *Ex multis* Cass. pen., Sez. VI, 9 gennaio 2014, n. 5749 secondo cui «il giudice che ritenga di aderire alle conclusioni del perito d'ufficio, in difformità da quelle del consulente di parte, pur non essendo gravato dall'obbligo di fornire, in motivazione, autonoma dimostrazione dell'esattezza delle prime e dell'erroneità, per converso, delle altre, è comunque tenuto alla dimostrazione del fatto che le conclusioni peritali siano state valutate in termini di affidabilità e completezza, e che non siano state ignorate le argomentazioni del consulente».

quella da preferire”, appare monco, e dunque non totalmente condivisibile nella misura in cui non distingue le due diverse ipotesi di tesi in conflitto cui si faceva riferimento.

Solo la prima ipotesi (semplice, e tutt’altro che raro, contrasto tra opinioni scientifiche espresse dai diversi esperti chiamati a pronunciarsi nel processo) potrà riconoscere al giudice un potere di preferenza per l’una o l’altra teoria scientifica in contrasto, in quanto coadiuvato dai criteri su indicati e ragionevolmente espressi in motivazione; quanto alla seconda ipotesi (spaccato tutto interno alla comunità scientifica, che vede un certo grado di consenso per una teoria, contrapporsi ad un altrettanto grado di consenso di altra parte della comunità scientifica per altra teoria opposta) sarebbe impensabile chiedere al giudice – soggetto istituzionalmente non competente in campo tecnico-scientifico – di risolvere un conflitto che neppure la scienza – istituzionalmente competente – non riesce a risolvere al suo interno.

Ragionare diversamente significa riconoscere all’organo giudicante una competenza scientifica che, difatti, non possiede e che mai potrebbe possedere, neppure plasmata sulla base della “cultura dei criteri” più volte richiamata: non si può razionalmente richiedere al giudice che faccia di più di quanto è tenuto a fare. Il rischio è «che per questa via si risolva il problema negandolo ossia creando una verità scientifica giurisprudenziale»<sup>53</sup>.

Dunque, tutte le volte in cui è la scienza, al suo interno, ad essere divisa, nessun parametro di quelli indicati potrà essere utile al giudice per risolvere una disputa che è tutta e solo scientifica, e che – seppur richiamata, in un contesto processuale – non potrà mai essere servente a quella decisione giudiziale, né tantomeno sorreggere un’affermazione, in termini di certezza logico-razionale, di una pronuncia di condanna.

Ne consegue che è nello spaccato tutto interno alla comunità scientifica, e nell’impossibilità per il giudice di propendere per l’una o l’altra tesi in irrisolto conflitto, che soccorrerà il principio di garanzia consacrato nella regola dell’*in dubio pro reo*: l’incertezza va risolta a favore dell’imputato.

---

<sup>53</sup> Cfr. F. GIUNTA, *Questioni scientifiche e prova scientifica*, cit., 580, si aggiunge: «La terzietà del giudice, infatti, non è garanzia che può riequilibrare, di per sé, il divario gnoseologico tra esperti e giudicante, perché terzietà e competenza sono entità eterogenee».

## CAPITOLO III

### MODELLI PROBABILISTICI E RAGIONEVOLE DUBBIO

#### 1. *La statistica nel processo*

Si assiste nei processi odierni ad un rapporto sempre più intimo tra prova penale e approccio probabilistico, sulla base della semplice constatazione che molto più spesso nelle aule giudiziarie compaiono dati statistici e valutazioni di carattere probabilistico capaci di assumere un ruolo incisivo quali fonti del convincimento giudiziale mediante l'ingresso di strumenti tecnico-scientifici nel processo<sup>1</sup>.

La prova del DNA fondata sulla valutazione statistica dei risultati è una prova a struttura probabilistica ed è, pertanto, inevitabilmente associata a dati statistici relativi alla popolazione di riferimento e al margine di errore insito nella tecnica adottata.

La statistica all'interno di un contesto processuale pone non pochi problemi legati ad una valutazione quantitativa della prova, mediante un difficile innesco di numeri e di calcoli a cui il giudice non è di fatto abituato, perchè si contrapporrebbe, ad una flessibile ragionevolezza, una rigida razionalità: «anche nel nostro sistema, dietro un consapevole atteggiamento di *self-restraint*, serpeggia un diffuso scetticismo nei confronti dei metodi statistico-matematici quali alternative credibili alla logica e alla prudenza del giudice»<sup>2</sup>.

La discussione relativa all'ingresso della statistica del processo si è concentrata in special modo intorno alla valutazione del nesso di causalità, sotto il versante del diritto penale sostanziale; tuttavia, ai nostri fini, si intende di seguito porre esclusivamente l'attenzione sulle conseguenze dell'utilizzo di statistiche funzionali ad attribuire un determinato peso all'elemento di prova: in particolare alla statistica associata alla interpretazione del profilo di DNA tenuto conto dei dati di popolazione e della frequenza del profilo all'interno di essa<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> L. LUPÀRIA, *Probabilité et procès pénal à l'époque de la preuve adn*, in [www.dirittopenalecontemporaneo.it](http://www.dirittopenalecontemporaneo.it), 2017.

<sup>2</sup> Cfr. E. M. CATALANO, *Logica della prova, statistical evidence e applicazione della teoria delle probabilità nel processo penale*, in *Dir. pen. cont. – Riv. trim.*, 2013, 4, pp. 132 ss., testo parzialmente rielaborato e corredato di un apparato bibliografico essenziale, della Relazione svolta al convegno “La logica dei numeri. La prova statistica nel processo penale”, organizzato dall'Osservatorio della Corte di Cassazione dell'Unione Camere Penali Italiane, svoltosi a Roma il 26 gennaio 2013.

<sup>3</sup> Per la dottrina l'ammissibilità di questo genere di prove ancillari deriva dalla possibilità normativamente prevista dall'ordinamento di contemplare le prove tese a stabilire l'attendibilità di un testimone: ne è un esempio la categoria dei riscontri alla chiamata in correità, sul punto v. E. M. CATALANO,

Notano i teorici<sup>4</sup>, che la probabilità statistica si limita a fornire delle informazioni sulle frequenze relative con le quali accade un certo tipo di evento, in una determinata successione; in altre parole una probabilità di frequenza potrebbe non essere adatta a dar conto del ragionamento probatorio nel diritto, in quanto nulla dice circa i fatti individuali<sup>5</sup>, si occupa soltanto di frequenze. Più facile, ai fini del ragionamento giudiziale, pertanto, passare dalla probabilità di frequenza, alla probabilità di proposizioni.

Non è questo il luogo per approfondire il discorso teso ad analizzare le diverse concezioni della probabilità all'interno del ragionamento probatorio; tuttavia, occorre, in ogni caso, evidenziare che la sempre maggiore diffusione di strumenti scientifici coinvolgenti dati statistici induce a ritenere fondamentale una qualche dimestichezza con il ragionamento probabilistico e con il lessico, i concetti e i metodi della scienza statistica: per garantire una comunicabilità di linguaggio, esigenze di comprensibilità e riduzioni dei rischi di fallacie del ragionamento probabilistico, sarebbe opportuno mettere in condizioni gli operatori giudiziari di conoscere gli strumenti, le regole numeriche e le quantificazioni tipiche degli approcci probabilistici<sup>6</sup>.

Avere contezza di tali meccanismi, consente indubbiamente di entrare con maggiore trasparenza nella valutazione del giudice, e di avere maggiore consapevolezza nella *meccanica*<sup>7</sup> che sottintende il funzionamento della decisione, laddove la decisione stessa si fonda su dati statistici o calcoli di probabilità.

Tuttavia, non si può ignorare l'inevitabile difficoltà per i giudici di imbrigliare il ragionamento all'interno di calcoli matematici; difficoltà resa ancor più evidente se tali calcoli, offerti dalla scienza, non vengano resi comprensibili o non vengano comunque compresi.

Un giudice, sprovvisto delle giuste nozioni sulla probabilità, e per via dell'*aspetto incosciente della natura statistica* di numerose prove contenute nel suo *arsenale di conoscenza*, rischia di avvolgere in un alone luminoso di certezza matematica delle

---

*Logica della prova, statistical evidence e applicazione della teoria delle probabilità nel processo penale*, cit.; e ivi richiamato M. TARUFFO, *La Prova dei fatti giuridici. Nozioni generali*, Milano, 1992.

<sup>4</sup> Cfr. J. FERRER BELTRÁN, *La valutazione razionale della prova*, Milano, 2012, 95, e la dottrina ivi richiamata.

<sup>5</sup> Id., cit., 95 «Generalmente nel processo non è rilevante determinare la frequenza con la quale, per es., gli uomini scapoli che hanno più di 60 anni, con titolo universitario e in pensione, uccidono le loro sorelle, ma se Giovanni ha ucciso sua sorella (ciò che è del tutto indipendente da tale frequenza, anche nel caso in cui Giovanni sia scapolo, abbia più di sessant'anni, un titolo universitario e sia in pensione)», nel testo si fa riferimento al famoso caso rinominato il *caso degli autobus blu*, e il cd. *paradosso dell'intruso*.

<sup>6</sup> L. LUPÀRIA, *Probabilité et procès pénal à l'époque de la preuve adn*, cit.; *Le promesse della genetica forense e il disincanto del processualista. Appunti sulla prova del DNA nel sistema italiano*, cit.; E. M. CATALANO, *Logica della prova, statistical evidence e applicazione della teoria delle probabilità nel processo penale*, cit.

<sup>7</sup> Id. cit.

conclusioni che dovrebbero al contrario essere ricondotte alla dimensione *crepuscolare* del probabile<sup>8</sup>.

La tematica alimenta un acceso dibattito, radicato nell'ordinamento di *common law*<sup>9</sup>, ma lentamente diffuso anche nel nostro ordinamento fra coloro che sostengono l'applicazione di teoremi matematico-probabilistici in sede processuale<sup>10</sup>, e coloro che all'utilizzo di tali metodi formali invece si oppongono<sup>11</sup>.

In dottrina si è, infatti, rilevato che il dibattito è alimentato dal carattere *scomodo* proprio della prova statistica: «l'imprecisione del giudizio ritagliata con precisione dai numeri costringe l'interprete a confrontarsi con (la difficoltà di ammettere apertamente) l'imperfezione della epistemologia giudiziaria; la fissazione di un grado di probabilità a priori propria dell'approccio bayesiano evoca quanto meno lo spettro della formulazione di valutazioni dell'ordine di probabilità a priori (di colpevolezza o di innocenza)»<sup>12</sup>; probabilità che vengono comunque fatte «anche se non lo si vuole ammettere»<sup>13</sup>.

Alla base c'è probabilmente la poca volontà di imbrigliare l'arte del valutare le prove all'interno di rigidi schemi prefissati, come possono essere i calcoli matematici; e la consapevolezza che il calcolo servirebbe a stabilire se il passaggio dalle credenze iniziali del giudice (per i fautori delle probabilità soggettive) alla credenza finale sia razionale o no; ma – è qui la critica – si tratterebbe di una razionalità tutta interna e relativa al singolo ragionamento del giudice non anche esterna ad esso<sup>14</sup>.

---

<sup>8</sup> Id. cit.

<sup>9</sup> La polemica sorge in merito al noto saggio di L. TRIBE, *Trial by mathematics: precision and ritual in the legal process*, in *Harvard Law Review*, 1971, tradotto in italiano in AA. VV., *I saperi del giudice*, F. STELLA (a cura di), Milano 2004, 181 ss, in cui si afferma: «In un'epoca in cui il potere, ma non la saggezza, della scienza, viene dato sempre più per scontato, si è manifestato un interesse rapidamente crescente per la congiunzione della matematica col procedimento giudiziario; la letteratura giuridica in lode della progenie di tale unione è stata poco meno che lirica, ma certamente è venuto il momento che qualcuno insinui che l'unione sarebbe più pericolosa che proficua»; in argomento si v. P. GARBOLINO, *Probabilità e logica della prova*, Milano, 2014, 263.

<sup>10</sup> P. GARBOLINO, *Il ragionevole dubbio e la teoria bayesiana della decisione*, in Cass. pen., 2009, pp. 1299 s.; Id., *Probabilità e logica della prova*, cit.; Id., *A cosa serve il teorema di Bayes? Replica a Michele Taruffo*, in *Riv. Dir. Proc.*, 2016, 4-5, 1127; E. M. CATALANO, *Prova indiziaria, probabilistic evidence e modelli matematici di valutazione*, in *Riv. dir. proc.*, 1996, pp. 518 ss; Ead., *Logica della prova, statistical evidence e applicazione della teoria delle probabilità nel processo penale*, cit., 132 ss.

<sup>11</sup> J. FERRER BELTRÁN, *La valutazione razionale della prova*, cit.; M. TARUFFO, *La prova dei fatti giuridici. Nozioni generali*, Milano, 1992; Id., *Note sparse su probabilità e logica della prova*, *Riv. trim. dir. proc. civ.* 2014, 1507 ss.

<sup>12</sup> E. M. CATALANO, *Logica della prova, statistical evidence e applicazione della teoria delle probabilità nel processo penale*, cit., 132 ss

<sup>13</sup> P. GARBOLINO, *Nuovi strumenti logici e informatici per il ragionamento giudiziario: le reti bayesiane*, in Cass. pen., 2007, p. 326.

<sup>14</sup> J. FERRER BELTRÁN, *La valutazione razionale della prova*, cit., 112.

Ripeto, non ci si propone in questa sede di risolvere o riflettere con l'attenzione e la rigorosità che il tema richiede, della particolare congiunzione tra matematica e processo – per dirla con le parole di Tribe<sup>15</sup> –, se più proficua e meno pericolosa, o viceversa; ciò che rileva ai nostri fini è inquadrare la problematica all'interno della prova del DNA, notando come approcci probabilistici possano incidere sulla interpretazione genetica e, soprattutto, sulle fallacie ad essa connesse.

## 2. Fallacie interpretative nella prova del DNA

All'interno di un contesto processuale, talvolta, risulta difficilmente afferrabile la reale presa di coscienza di statistiche applicate all'indagine genetica specifica del caso concreto: i relativi dati sembrano *objets mystérieux*<sup>16</sup>: si pensi alle RMP (*Random Match Probabilities*) o *Likelihood Ratios*, o tutta una serie di altri concetti che possono risultare effettivamente indecifrabili in un'aula di giustizia<sup>17</sup>.

Occorre, infatti, ricordare che l'identificazione del profilo genetico va decifrata in modo probabilistico: essa si basa su un calcolo statistico che tiene conto della frequenza del profilo nella popolazione di riferimento, questa rappresentante una categoria influenzata da molti fattori, e capace di restituire dei calcoli variabili, perchè il risultato muta a seconda del numero della popolazione di riferimento.

In altre parole rispetto ad un profilo genetico ha senso interrogarsi sulla rarità dello stesso in riferimento ad una determinata popolazione; e pur essendo vero che più il carattere è raro più è supportata l'ipotesi che la traccia contenente quel profilo sia stata rilasciata dalla persona che di quel carattere è provvisto, è anche vero che la frequenza di quel genotipo è un valore che può variare a seconda del numero della popolazione di riferimento: la frequenza 1 su 10.000 può avere un peso diverso se valutata in relazione alla popolazione di Isernia rispetto a quella di Roma.

Esiste poi un'altra fallacia, questa forse avente poco a che fare con calcoli statistici, però rilevante in quanto ricadente sull'esperto e sull'interpretazione del profilo: colui che esegue l'analisi, come qualsiasi altro osservatore, nell'interpretazione

---

<sup>15</sup> V. nota 9.

<sup>16</sup> Id., «Il pericolo è allora che il tanto sbandierato *trial by Dna* finisca con l'assumere i contorni di una pratica artigianalmente "all'italiana", incapace di fornire vera linfa vitale alle potenzialità argomentative degli attori del processo, costretti ad appoggiarsi all'*ipse dixit* dei genetisti forensi, senza una reale possibilità di assoggettare le relative risultanze al fuoco incrociato della *cross examination* o comunque ad un contraddittorio degno di fregiarsi di questo nome».

<sup>17</sup> In argomento v. M. STRAMAGLIA, *Il DNA: testimone invisibile o ordalia giudiziaria?*, IN L. MARAFIOTI - G. PAOLOZZI (a cura di), *Incontri ravvicinati con la prova penale*, Torino, 2014, 74.

dell'elettroferogramma può cadere vittima del c.d. *errore dell'osservatore*: euristiche intuitive che conducono all'errore tutte le volte in cui si seleziona esclusivamente l'informazione che conferma l'ipotesi già delineata nella mente dell'operatore, e si scarta l'informazione ad essa dissonante<sup>18</sup>.

Si è poi già fatto riferimento – ma è opportuno ripetere anche in questa sede – alla fallacia del condizionale trasposto, o altrimenti detta fallacia dell'accusatore, che consiste nell'errore mentale di considerare coincidenti la probabilità di riscontrare una data evidenza su un individuo innocente con la probabilità dell'innocenza dell'imputato sul quale si riscontri la medesima evidenza: la probabilità di 1 su 1000 che una persona scelta a caso corrisponda al profilo genetico del reperto rinvenuto sul luogo viene fatta coincidere con la probabilità (altrettanto piccola) che l'imputato corrispondente al profilo non sia la fonte della traccia (*source probability fallacy*) o che il medesimo sia innocente (*ultimate issue fallacy*)<sup>19</sup>

In questo modo si opera una confusione tra verosimiglianza e probabilità a posteriori, ritenendo erroneamente «che la probabilità di corrispondenza casuale consenta di desumere la probabilità di colpevolezza, o, comunque, la probabilità che il materiale genetico repertato provenga da una determinata persona»<sup>20</sup>.

Proprio per neutralizzare la fallacia dell'accusatore, si è trovata una soluzione tramite l'utilizzo del *teorema di Bayes*.

Si è già esposta altrove la formula matematica del teorema, tenuto conto che l'approccio bayesiano è attualmente preferito nell'analisi forense, rispetto all'approccio classico. Ciò è facilmente comprensibile perché la formula espressamente prevede, nel calcolo, la necessità di tener conto delle probabilità a priori, evitando in questo modo che queste possano essere ignorate o confuse.

### 3. Il teorema di Bayes

---

<sup>18</sup> Cfr. P. GARBOLINO, *Probabilità e logica della prova*, cit., 258; v. anche E. M. CATALANO, *Logica della prova, statistical evidence e applicazione della teoria delle probabilità nel processo penale*, cit., in cui si fa riferimento alla c.d. *Texas sharpshooter fallacy*, l'errore del tiratore scelto che disegna il bersaglio intorno alla freccia, rappresentata dall'ipotesi della colpevolezza dell'imputato (cfr. V. THOMPSON, *Painting the Target around the Matching Profile: The Texas Sharpshooter Fallacy in Forensic DNA Interpretation*, in *Law Probability and the Risk*, 2009, vol. 8, p. 257)

<sup>19</sup> V. *supra* P. II, Cap. VI, § 2.1; cfr. E. M. CATALANO, *Logica della prova, statistical evidence e applicazione della teoria delle probabilità nel processo penale*, cit.

<sup>20</sup> Cfr. M. STRAMAGLIA, *Il DNA: testimone invisibile o ordalia giudiziaria?*, cit., 74.

Il teorema di Bayes<sup>21</sup> si fonda sulla concezione soggettivista della probabilità, intendendo per quest'ultima nozione la misura del grado di (o forza della) credenza razionale in un'ipotesi, alla luce di un certo elemento di giudizio. Questa condivide con la probabilità statistica l'applicazione di un metodo di calcolo matematico che permetterebbe di determinare il grado di probabilità di un'ipotesi in una scala che va da 0 a 1, dove 0 costituisce la mancanza assoluta di fiducia nella ipotesi e 1 la certezza assoluta nella sua verità<sup>22</sup>.

La formula<sup>23</sup> prevede che la probabilità condizionale che sia vera l'ipotesi H, dato l'elemento di giudizio E, equivale alla probabilità che si dia E se è vera H moltiplicato per la probabilità di H (senza prendere in considerazione E) diviso per la probabilità che si dia E se non è vera H.

Il calcolo permette di misurare l'impatto dell'elemento di giudizio E sulla probabilità di H, ossia consente di passare dalla probabilità di H prima che si prenda in considerazione il nuovo elemento di giudizio E (la c.d. *prior probability* di H), alla probabilità condizionata che H sia vera dato che si conosce E.

Coloro che sostengono tale tipo di approccio, ritengono altresì che qualsiasi inferenza probatoria si fonda in sostanza sull'applicazione del teorema di Bayes, mediante l'interpretazione soggettivista della probabilità come grado di credenza razionale. In altre parole ci si chiede: la presenza di E rafforza o debilita e in quale grado, il soggettivo grado di credenza in H?

In questo senso, ciò che ci mostra tale metodo di calcolo è il livello di credenza che è razionale avere, rispetto ad una determinata ipotesi, dato un certo elemento di giudizio, se prima di conoscere tale elemento avevamo un livello di credenza *x* in essa, date le probabilità inverse che l'elemento di giudizio sia presente nel caso in cui l'ipotesi sia vera, e nel caso in cui non lo sia<sup>24</sup>.

L'aspetto più problematico dell'approccio bayesiano, e del suo utilizzo all'interno del processo, è legato alla determinazione delle probabilità a priori.

---

<sup>21</sup> J. FERRER BELTRÁN, *La valutazione razionale della prova*, cit., 115 ss.; E. M. CATALANO, *Prova indiziaria, probabilistic evidence e modelli matematici di valutazione*, cit., 518 ss.; *Ead.*, *Logica della prova, statistical evidence*, cit., pp. 148 ss.; P. CHERUBINI, *Fallacie nel ragionamento probatorio*, in AA. VV., *La prova scientifica nel processo penale*, cit., 251; Id., *Trappole cognitive nel ragionamento giudiziario*, in *Cass. pen.*, 2007, 1363; P. GARBOLINO, *Nuovi strumenti logici e informatici per il ragionamento giudiziario: le reti bayesiane*, cit., 328 ss.; Id., *Probabilità e logica della prova*, cit.; F. STELLA-F.M. GALAVOTTI, «L'oltre il ragionevole dubbio» come standard probatorio. *Le infondate divagazioni dell'epistemologo Laudan*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 2005, 926 ss.; A. MURA, *Teorema di Bayes e valutazione della prova*, in *Cass. pen.*, 2004, 1808 ss..

<sup>22</sup> In questi termini J. FERRER BELTRÁN, *La valutazione razionale della prova*, cit., 107 ss.

<sup>23</sup> Per la formula v. P. II, Cap. VI, § 2.3.1.

<sup>24</sup> In questi termini J. FERRER BELTRÁN, *La valutazione razionale della prova*, cit., 109 ss.



Si mette in luce, innanzitutto, che se la probabilità iniziale (in quanto soggettiva) di due soggetti è diversa, allora anche la probabilità finale lo sarà: «in questo modo due giudici diversi arriveranno a risultati probatori diversi a partire dagli stessi elementi di giudizio se hanno attribuito delle probabilità iniziali diverse alle ipotesi da provare»<sup>25</sup>: in questo caso ad una razionalità tutta interna al ragionamento giudiziale, non corrisponderà una razionalità esterna ad esso.

Inoltre, l'incapacità di metabolizzare il rapporto tra le prove concretamente offerte alla valutazione del giudice e quelle che sarebbe stato astrattamente possibile produrre in giudizio costituisce un limite funzionale del modello bayesiano applicato alla decisione giudiziaria: «nel valutare se ed in che misura è probabile che Tizio sia colpevole, il giudice penale deve prendere in considerazione anche il "peso" probatorio degli elementi addotti a sostegno dell'ipotesi accusatoria (*id est*, il grado di completezza del quadro cognitivo): nella logica della scommessa coerente, il numero maggiore o minore delle prove di cui si dispone non è, invece, un dato significativo»<sup>26</sup>.

Ancora si evidenzia il problema – già accennato in precedenza e a cui si rimanda per le relative affermazioni<sup>27</sup> – relativo alla determinare le probabilità a priori nello specifico riferimento all'analisi genetica: in questo contesto chi è il soggetto che formula le probabilità soggettive iniziali, l'analista o il giudice?

Altra insuperabile perplessità è legata al rapporto tra probabilità a priori e i principi informatori del processo, primo fra tutti la presunzione di non colpevolezza.

Nel calcolo matematico delle probabilità, la probabilità iniziale di un'ipotesi prima di prendere in considerazione un qualche elemento di giudizio deve essere di 0.5 per essere neutrale tra l'ipotesi e la sua negazione.

Ma nel processo penale l'ipotesi della colpevolezza si pone in ugual misura rispetto all'ipotesi dell'innocenza? In verità la presunzione di non colpevolezza pare dire che dove è dubbia la colpevolezza è certa l'innocenza: ragion per cui mai potrebbe assegnarsi alla probabilità dell'innocenza una medesima neutrale probabilità rispetto alla colpevolezza.

A questa obiezione, si è, infatti, prospettata «a prima vista, una possibile soluzione [che] consiste nell'attribuire all'ipotesi della colpevolezza una probabilità iniziale pari a zero, tuttavia ciò avrebbe una conseguenza disastrosa: infatti, la probabilità finale dell'ipotesi, dati gli elementi di giudizio, sarebbe anch'essa pari a zero, giacché

---

<sup>25</sup> Id. cit., si afferma: «La verità di un enunciato probatorio del tipo "p è provato" (sulla base di un insieme di elementi di giudizio c) non dipende dalle credenze dell'organo giudicante ma dall'accettabilità di p come ipotesi, alla luce di certi elementi di giudizio disponibili e di un determinato standard di prova».

<sup>26</sup> Cfr. F. CAPRIOLI, *L'accertamento della responsabilità penale "oltre ogni ragionevole dubbio"*, in *Riv. it. dir. e proc. pen.*, fasc.1, 2009, 51.

<sup>27</sup> V. *supra* P. II, Cap. VI, § 6.

l'applicazione del metodo bayesiano richiede che si moltiplichino la probabilità condizionata inversa per la probabilità di H, e qualsiasi numero moltiplicato per zero dà ovviamente zero».

Ne consegue, una forse insormontabile difficoltà di applicazione dell'approccio bayesiano e delle probabilità a priori in un contesto processuale penale animato dal principio costituzionale della presunzione di non colpevolezza.

Indubbiamente non si potrà negare l'utilità del teorema di Bayes per esprimere un giudizio che al suo interno risulti formulato in maniera obiettiva e trasparente, tuttavia i dubbi relativi alla sua applicazione in ambito processuale – si è visto – alimentano continue perplessità, tanto che la sua applicazione rimane tuttora episodica.

A ben vedere, solo di recente, in una sentenza pronunciata dal Tribunale di Milano, va il merito di aver affrontato con chiarezza e precisione argomentativa la questione e aver concretamente applicato il teorema di Bayes all'interno del contesto processuale e ai fini della ricostruzione del fatto<sup>28</sup>.

In sentenza, il giudice inserisce alcuni valori di probabilità a priori nella formula di Bayes e afferma che, anche assumendo «un valore assolutamente irrealistico per difetto per cui la probabilità a priori che l'imputato sia colpevole è di 1/1000», data una prova dattiloscopica «certa» al 99,9 %, la probabilità a posteriori di colpevolezza dopo l'applicazione del teorema di Bayes è «di 1/2»: «il che è chiaramente insufficiente per affermare la sua responsabilità. Infatti, se la colpevolezza deve essere provata al di là di ogni ragionevole dubbio, avremo bisogno di una probabilità a posteriori prossima al 100%». Così ragionando si precisa che partendo da una probabilità a priori di 1/1000, la prova scientifica dovrebbe avere un tasso di errore di 1/100000 «per ottenere una probabilità di colpevolezza soddisfacente per un giudizio penale e cioè superiore al 99%. E non è nota una prova scientifica che goda di un livello così elevato di affidabilità». Sulla base di tali premesse si trae: «la sola prova scientifica – priva di robusti elementi di conferma – non è in grado di sorreggere [...] una sentenza di condanna»<sup>29</sup>.

#### 4. *Riflessi sul principio dell'al di là di ogni ragionevole dubbio*

Nella pronuncia di merito da ultima citata, in un passo particolare il giudice si pone un quesito: ove si sapesse che l'impronta sia stata lasciata sicuramente dall'autore della rapina, «il risultato della comparazione – e cioè che l'impronta appartiene [all'imputato] – basta per condannar[lo] al di là di ogni ragionevole dubbio?».

---

<sup>28</sup> Trib. Milano, sez. G.I.P., sent. 18 giugno 2015, giud. Gennari; con commento di J. DELLA TORRE, *Il "teorema di Bayes" fa capolino al Tribunale di Milano*, in [www.dirittopenalecontemporaneo.it](http://www.dirittopenalecontemporaneo.it).

<sup>29</sup> Cfr. J. DELLA TORRE, *Il "teorema di Bayes" fa capolino al Tribunale di Milano*, cit.

Si potrebbe porre la stessa domanda in tema di prova del DNA: è sufficiente la prova del DNA, che si fonda su una valutazione statistica, per condannare al di là di ogni ragionevole dubbio?

Traendo le fila, si è già precisato circa la più rassicurante qualificazione della prova del DNA quale elemento indiziario tale da formare una prova solo indirettamente rappresentativa del fatto da provare; si è avanzato il dubbio in tema di reale comprensione della potenzialità discriminativa della prova del DNA – non solo per i limiti ad essa connessi, ma anche per via della reale comprensibilità di calcoli matematici di cui la valutazione, che è pur sempre statistica, si compone – ; si è sottolineata la necessità di tener conto di tutti i criteri indicati dalla giurisprudenza di legittimità ai fini della valutazione della prova scientifica, con gli opportuni riflessi in tema di indagine genetica (evidenziati in punto di inquadramento scientifico); infine, resta da porre una risposta alla domanda, che in fondo è la stessa di quel giudice: basta la sola prova del DNA per pronunciare una sentenza di condanna al di là di ogni ragionevole dubbio? E, prima ancora, come comporre un calcolo matematico all'interno di tale formula?

In dottrina c'è chi ha tentato di ricostruire il ragionevole dubbio all'interno di logiche bayesiane<sup>30</sup>, così come c'è chi ha sostenuto che l'utilizzo di metodi probabilistici di valutazione delle prove instilla nel giudicante il metodo del dubbio che coincide con il metodo falsificazionista *già implicito* dal nostro ordinamento, incardinando tale canone in una dimensione epistemologica che rinvia ad una *concezione irriducibilmente probabilistica* del giudizio sul fatto, e una parallela *dimensione etico-politica*<sup>31</sup>.

Si noterà, nel prosieguo, come è forse difficile conciliare concetti che evocano ragionevolezza e dubbio, all'interno di contesti di valutazione razionale espressa sulla base di calcoli matematici; ma tuttavia – si ripete –, non essendo questo il luogo per approfondire i *pro* e i *contra* di una valutazione razionale della prova, che superi e approfondisca quanto solamente accennato, si sottolinea che se è necessario per il giudice – a maggior ragione in campi così complessi – avere sì dimestichezza con approcci di tipo probabilistico, calcoli matematici e comprensioni di relazioni tra numeri; allo stesso modo è necessario mantenere la priorità di valutazione giudiziale sulla singola risultanza e sul complesso delle risultanze processuali, proprio alla luce del principio dell'al di là di ogni ragionevole dubbio.

Del resto, se è vero che «ciò che conta è la direzione che l'approccio probabilistico impregna nei nostri ragionamenti»<sup>32</sup>; è anche vero che mai si potrebbe utilmente imbrigliare

---

<sup>30</sup> P. GARBOLINO, *Probabilità e logica della prova*, cit.

<sup>31</sup> E. M. CATALANO, *Logica della prova, statistical evidence e applicazione della teoria delle probabilità nel processo penale*, cit.

<sup>32</sup> *Ead.* cit.

il ragionamento del giudice all'interno di sterili calcoli matematici a mo' di *quarti di prova o semirpove* riprendendo la critica di Voltaire al regime delle prove legali<sup>33</sup>.

Autorevole dottrina tempo addietro affermava: «se [...] il giudice cessa di portare la propria attenzione su queste prove viventi e reali della verità; se non sotto gli occhi altro che una procedura scritta e muta; se non può basare la credibilità di una testimonianza sulla fiducia che ha nel testimone; se egli è forzato a prendere ciò che è scritto per dato certo, la sua convinzione personale si scinde dalla decisione: la sua coscienza cessa d'avervi parte. Non è più l'uomo che agisce e pensa; è il magistrato che opera; è un mero problema teorico che egli risolve, per la definizione del quale è obbligato a porsi delle regole e dei calcoli di probabilità»<sup>34</sup>.

Ciò che consente di tener conto, da un lato della potenza dei numeri, e dall'altro del primato di valutazione giudiziale, è pur sempre un approccio ragionevole: ragionare altrimenti significa ammettere che una pronuncia di condanna non potrebbe essere emanate tutte le volte in cui non si arrivi ad una "probabilità prossima alla certezza", o – cosa indubbiamente peggiore – ammettere una pronuncia di condanna perché probabile al 99,9% senza lasciar spazio alla prova che nel caso di specie proprio l'1% di probabilità di innocenza si sia verificato.

Un approccio falsificazionista, inquadrato all'interno del ragionevole dubbio, inteso quale criterio di valutazione della prova, è in grado lasciar confluire approcci quantitativi e, allo stesso tempo, lasciare il dovuto margine di discrezionalità al giudice nella valutazione e delle prove; compresa la prova del DNA: non si può ritenere che questa, sol perché formata dal crisma della scientificità, possa sfuggire al doveroso vaglio giudiziale.

##### 5. Il principio dell'al di là di ogni ragionevole dubbio

Il principio nasce nel sistema anglo americano<sup>35</sup> al fine di regolare i rapporti tra giudice e giuria: nei sistemi di *common law* – tenuto conto anche della mancanza dell'obbligo di redigere una motivazione del verdetto – maggiormente avvertita è la necessità di introdurre criteri per mitigare l'influenzabilità emotiva dei giurati, quali giudici del fatto<sup>36</sup>.

---

<sup>33</sup> VOLTAIRE, *Commentaire sur le livre des delits et des peines*, 1766, in *Oeuvres completes*, Paris, 1785-1789, vol. XXIX.

<sup>34</sup> M. NOBILI, *Il principio del libero convincimento del giudice*, cit., 159.

<sup>35</sup> Per una riflessione sull'origine dell'istituto nei sistemi di *common law*: T. WALDMAN, *Origins of the legal doctrine of reasonable doubt*, in *Journal of the History of Ideas*, 1959, p. 299; J. Q. WHITMAN, *The origins of resonable doubt. Theological roots of the criminal trial*, New Haven-London, 2008; J. H. LANGBEIN, *The Origins of Adversary Criminal Trial*, Oxford, 2003, p. 261.

<sup>36</sup> Secondo F. STELLA, *Giustizia e modernità, La protezione dell'innocente e la tutela delle vittime*, cit., 155, la Corte suprema degli Stati Uniti e la Camera dei Lords inglese hanno fornito un insegnamento «autentico

Parte della dottrina americana ha recepito la relativa nozione contenuta nel § 1096 del codice penale californiano in cui si afferma che «il ragionevole dubbio non è un mero dubbio possibile, perché qualsiasi cosa si riferisca agli affari umani e collegata a giudizi morali è aperta a qualche dubbio possibile o immaginario. E' quello stato del caso che, dopo tutte le valutazioni e le considerazioni sulle prove, lascia la mente dei giurati in una condizione tale per cui essi non possono dire di provare una convinzione incrollabile prossima alla certezza morale, sulla verità dell'accusa».

Si intravede, in questi termini, una linea di demarcazione tra il dubbio ragionevole e quello immaginario o fantastico, o comunque, possibile.

Si è affermato, in dottrina, che l'aggettivo "ragionevole" significa «comprensibile da persona razionale», elevando una componente oggettivabile attraverso una motivazione ineccepibile che segua argomentazioni razionali nel rispetto delle categorie logiche, e che superi, dunque, il principio di non contraddizione<sup>37</sup>.

A ben vedere, tutte le volte in cui si fa riferimento al termine "ragionevole", si ammette una relatività di contenuto, in quanto concetto suscettibile di varie interpretazioni e per il quale risulta, di fatto, difficile offrire una chiara e compiuta definizione<sup>38</sup>.

Si è detto: "ragionevole" non equivale a "logico" o "razionale", ma a "plausibile", in quanto il dubbio in senso propriamente logico-razionale può sempre sussistere, ed in quanto tale, impedirebbe la pronuncia di qualsivoglia condanna<sup>39</sup>.

---

e profondo» del criterio dell'"oltre ogni ragionevole dubbio", «come la grande barricata contro l'*intime conviction* del giudice, come il filo d'oro nel manto della protezione dell'innocente, come il vanto dell'ordinamento».

<sup>37</sup> Cfr. C. CONTI, *Al di là del ragionevole dubbio*, in Aa. Vv., *Novità in tema di impugnazioni penali e regole di giudizio*, E. Scalfati (a cura di), Milano 2006, 102.

<sup>38</sup> Sul punto C. ZAZA, *Il ragionevole dubbio nella logica della prova penale*, Milano, 2008, 16: «Il senso letterale del termine non è risolutivo: abbiamo visto finora come l'idea di ragionevolezza sia suscettibile di derive soggettivistiche, per effetto delle quali viene ad esserne impedita una sufficiente determinatezza [...] un concetto valutativo quale quello in esame, per essere oggettivabile, deve essere legato a parametri di riferimento certi, che consentano di spiegare perché si ritiene che lo stesso ricorra o non ricorra nel caso concreto; in altre parole, di motivare. È necessaria, in sostanza, una definizione delle condizioni per effetto delle quali un dubbio possa essere ritenuto ragionevole, cui sulla ravvisabilità nel caso in decisione sia possibile effettuare valutazioni ostensibili in una motivazione»; Si v. anche E.M. CATALANO, *Il concetto di ragionevolezza tra lessico e cultura del processo penale*, in *Dir. pen. proc.*, 2011, 85; N. SALIMBENI, *Ragionevole dubbio e motivazione sulla prova indiziaria*, in *Dir. pen. proc.*, 2011, 2.

<sup>39</sup> Cfr. P. FERRUA, *Impugnazioni. Cassazione a rischio paralisi*, in *Dir. Giust.*, 2005, 36, 107 «Se la colpevolezza dovesse essere provata oltre ogni dubbio "logico" o "razionale", così da riuscire inconfutabile per ogni persona sana di mente, nessuna condanna sarebbe mai legittima, dato che si può sempre ipotizzare l'innocenza anche di fronte alle prove più schiaccianti di colpevolezza senza incorrere in alcuna contraddizione»

Il dubbio ragionevole è, dunque, un dubbio «qualificato»<sup>40</sup>, ovvero un dubbio su un'ipotesi, che sussiste tutte le volte in cui risulti formulabile e prospettabile una ipotesi alternativa ragionevolmente posta intorno al medesimo fatto<sup>41</sup>.

Con l'introduzione dell'al di là di ogni ragionevole dubbio nell'art. 533 c.p.p., parte della dottrina non trovava in esso una particolare innovazione<sup>42</sup>, riducendone la portata ad un «banale americanismo»<sup>43</sup> tenuto conto dell'impossibilità di codificare in termini tassativi il grado di probabilità sufficiente per condannare<sup>44</sup>; secondo altra parte della dottrina la nuova regola avrebbe determinato una vera e propria rivoluzione copernicana, quale limite all'arbitrio del giudice nel momento della decisione<sup>45</sup>; o comunque una innovazione da abbracciare positivamente in quanto rappresentante qualcosa in più di una semplice formalizzazione di un principio già esistente nella nostra cultura giuridica<sup>46</sup>.

---

<sup>40</sup> Cfr. F.R. DINACCI, *Regole di giudizio (dir. pen. proc.)*, in *Digesto delle discipline penalistiche*, Torino, X Agg., 2013.

<sup>41</sup> Cfr. M. TARUFFO, *Fatto prova e verità (alla luce del principio dell'oltre ogni ragionevole dubbio)*, in *Criminalia*, Pisa 2009, 311 "[...] esiste un dubbio ragionevole quando, di fronte alla descrizione del fatto che fonda la colpevolezza, è tuttavia possibile formulare una *ipotesi alternativa ragionevole* intorno al medesimo fatto"; ipotesi *ragionevole* rappresenta "una narrazione del fatto che appaia "normale" o - più propriamente - *verosimile*".

<sup>42</sup> Cfr. V. GAROFOLI, *I nuovi standards valutativi e gli epiloghi decisori nel giudizio*, in Aa. Vv., *La nuova disciplina delle impugnazioni dopo la "legge Pecorella"*, a cura di Gaito, Torino, 2006, 77; G. UBERTIS, *Fatto prova e verità (alla luce del principio dell'oltre ogni ragionevole dubbio)*, in *Criminalia*, Pisa 2009, 327: "già si riconosceva generalmente che esso [il principio dell'al di là di ogni ragionevole dubbio] era ispirato al canone sinonimicamente denominato dell' *in dubio pro reo* o del *favor rei*: le tre espressioni, originate dalle differenti esperienze culturali del mondo giuridico anglosassone e di quello europeo-continentale, sono comunque volte ad ottenere conseguenze analoghe".

<sup>43</sup> Cfr. F. CORDERO, *Procedura penale*, Milano 2012, p. 995, per il quale «la misura della probabilità sufficiente alla condanna non è codificabile».

<sup>44</sup> Cfr. E. M. CATALANO, *Il concetto di ragionevolezza tra lessico e cultura del processo penale*, cit., 85 secondo cui la codificazione del principio si risolve nell'introduzione del sistema di una "norma intrusa"; si v. anche T. BASILE, *Le riforme del processo: il giardiniere incostante e i suoi trapianti. (Alla radice di uno sradicamento)*, in *Corriere giuridico*, 2010, Vol. I, 132-133, in cui l'Autore criticamente afferma: «[...] Nessuna ironia, dunque, sul principio del *beyond on a resonable doubt*; perplessità semmai, sulla necessità di introdurlo nell'art. 533 del codice di rito penale. [...] Essa è un'istruzione in un'altra lingua, la spiegazione di una razionalità speciale, una deontologia da *munus publicum* in culture estranee. [...] Confondere gli idiomi può essere pericoloso; e se non pericoloso inutile (quanto non gregario o addirittura grottesco). [...] La struttura logico-sistematica del processo penale italiano, al di là dei (falliti?) innesti *adversarial* del 1988, ha per contro fondamenta diverse, garanzie costituzionali incorporate nel rito stesso, nella codificazione che sbarra, nella giustificazione che, oltre ogni sofismo, si espone al giudizio tecnico e culturale, infine nella libertà ragionevole del giudice, da cui tutto parte e a cui tutto ritorna».

<sup>45</sup> F. STELLA, *Giustizia e modernità, La protezione dell'innocente e la tutela delle vittime*, cit., 151; C.E. PALIERO, *Il ragionevole dubbio diventa criterio*, in *Guida dir.*, 2006, 73.

<sup>46</sup> Parte della dottrina, prima della riforma, si rendeva portavoce dell'opportunità di una introduzione normativa che espressamente introducesse la regola di matrice anglosassone. Si v. P. FERRUA, *Il giudizio penale, fatto e valore giuridico*, in Aa.Vv., *La prova nel dibattimento penale*, I ed., Torino, 1999, 210; F. D'ALESSANDRO, *La certezza del nesso causale: la lezione "antica" di Carrara e la lezione "moderna" della Corte di cassazione sull'"oltre ogni ragionevole dubbio"*, in *Riv. It. Dir. Proc. Pen.* 2002, 743; v. anche P.

Si è sostenuto che il principio fosse già immanente nell'ordinamento processuale italiano, in quanto diretto corollario della presunzione di non colpevolezza<sup>47</sup>, e prolungamento dell'art. 530, comma 2, c.p.p., che impone il proscioglimento dell'imputato nel caso di insufficienza o contraddittorietà della prova<sup>48</sup>; sotto altro versante si è, invece, evidenziato come l'innovazione normativa abbia coinciso, non tanto con la fissazione di un rigido *standard* probatorio per il giudizio di condanna, quanto piuttosto con un completamento del metodo legale predisposto dal legislatore, dunque criterio per la valutazione delle prove<sup>49</sup>.

Le prime pronunce di legittimità riconoscono nel principio una natura meramente descrittiva, più che sostanziale<sup>50</sup>; precisando in pronunce successive che «il dettato normativo impone di pronunciare condanna quando il dato probatorio acquisito lascia fuori solo eventualità remote, pur astrattamente formulabili e prospettabili come possibili *in rerum natura* ma la cui concreta realizzazione nella fattispecie concreta non trova il benché minimo riscontro nelle emergenze processuali, ponendosi al di fuori dell'ordine naturale

---

TONINI, *Manuale di procedura penale*, X ed., Milano 2009, 232; C. CONTI, *Al di là del ragionevole dubbio*, in Aa. Vv., *Novità in tema di impugnazioni penali e regole di giudizio*, cit., 87, secondo la quale, pur non trattandosi di una "rivoluzione copernicana", la cristallizzazione del principio non è priva di "ripercussioni rilevanti"; D. CHINNICI, *L'"oltre ogni ragionevole dubbio": nuovo criterio del giudizio di condanna?*, in *Dir. pen. proc.*, 2006, 12, 1553; N. SALIMBENI, *Ragionevole dubbio e motivazione sulla prova indiziaria*, cit., 2.

<sup>47</sup> Sul punto v. F. CAPRIOLI, voce *Condanna (diritto processuale penale)*, *Enc. dir.*, Ann. II, t. I, 2008, 103; P. FERRUA, *Il giudizio penale: fatto e valore giuridico*, in P. FERRUA, F.M. GRIFANTINI, G. ILLUMINATI, R. ORLANDI, *La prova nel dibattimento penale*, 6a ed., Torino 2010, 381; R.E. KOSTORIS, voce *Giudizio (dir. proc. pen.)*, in *Enc. giur. Treccani*, vol. XV, 1997, 9 s.; Id., *Le modifiche al codice di procedura penale in tema di appello e di ricorso per cassazione introdotte dalla cd. «legge Pecorella»*, in *Riv. dir. proc.*, 2006, 642; P.P. PAULESU, voce *Presunzione di non colpevolezza*, in *Dig. pen.*, vol. IX, 1995, 694.

<sup>48</sup> Si v. R. ORLANDO, Recensione a J. Q. WHITMAN, *The origins of reasonable doubt. Theological Roots of the Criminal Trial*, in *Quaderni fiorentini per la storia del pensiero giuridico moderno*, 2010, 738 s., l'Autore sostiene che il "ragionevole dubbio" non aggiunge nulla all'*in dubio pro reo*, e il conseguente apporto della novella del 2006 sia inesistente. La regola trova, al più, collocazione se rivolta all'etica professionale del giudice: specialmente nei casi difficili imporrà un rigoroso dovere di motivare il proprio convincimento di colpevolezza, con cenni espliciti alla superata soglia del dubbio. L'Autore interpreta la norma alla luce della *ratio* della novella che l'ha introdotta: la legge Pecorella intendeva, difatti, ridurre l'appellabilità per le sentenze di proscioglimento. Il rischio connesso vedeva un giudice rivolto più verso la condanna – questa appellabile – rispetto all'assoluzione; quindi poteva essere maggiormente spinto a dichiarare la colpevolezza dell'imputato in situazioni dubbie. La regola introdotta all'art. 533 c.p.p. sarebbe servita per contrastare quest'effetto. V. anche A. DIDONE, *La c.d. «Legge Pecorella» e i giudizi pendenti in cassazione: prime riflessioni*, in *Cass. pen.* 2006, 391.

<sup>49</sup> Cfr. F.M. IACOVIELLO, *Lo standard probatorio dell'al di là di ogni ragionevole dubbio e il suo controllo in Cassazione*, in *Cass. pen.*, 2006, 3857.

<sup>50</sup> Cfr. Cass., sez. I, 28 giugno 2006, n. 30402, in *CED Cass.*, n. 234374; Cass., sez. II, 21 aprile 2006, n. 19575, *ivi*, n. 233785 V. Cass., Sez. II, 21 aprile 2006, Serino, in *Ced. Cass.*, n. 233785; Cass., Sez. I, 11 maggio 2006, Ganci, *ivi*, n. 234111; Cass., Sez. I, 28 giugno 2006, Volpon, *ivi*, n. 234374; Cass., Sez. II, 27 aprile 2006, n. 15568. Per una accurata ricostruzione storica delle pronunce di legittimità *ante* e *post* modifica legislativa del 2006 sull'al di là di ogni ragionevole dubbio si v. J. DELLA TORRE, *Il lungo cammino della giurisprudenza italiana sull' "oltre ogni ragionevole dubbio"*, in [www.dirittopenalecontemporaneo.it](http://www.dirittopenalecontemporaneo.it).

delle cose e della normale razionalità umana»<sup>51</sup>; affermando, altresì, che «la regola dell'oltre il ragionevole dubbio ha messo definitivamente in crisi quell'orientamento giurisprudenziale secondo cui, in presenza di più ipotesi ricostruttive del fatto, era consentito al giudice di merito di adottarne una che conduceva alla condanna sol perché la riteneva più probabile rispetto alle altre. Ciò non sarà più consentito perché, per pervenire alla condanna, il giudice non solo deve ritenere non probabile l'eventuale diversa ricostruzione del fatto che conduce all'assoluzione dell'imputato ma deve altresì ritenere che il dubbio su questa ipotesi alternativa non sia ragionevole (deve cioè trattarsi di ipotesi non plausibile o comunque priva di qualsiasi conferma)»<sup>52</sup>.

Più di recente si fa leva, invece, su una interpretazione del dubbio ragionevole quale assenza di dubbi interni ed esterni alla ricostruzione dell'accusa: si sostiene che «l'introduzione della regola [...] impone al giudice un "metodo dialettico" di verifica dell'ipotesi accusatoria secondo il criterio del "dubbio": in [...] sostanza la verifica dell'ipotesi di accusa da parte del giudice deve essere effettuata in maniera da scongiurare che possano sussistere dubbi interni [...] o esterni alla stessa [...]»<sup>53</sup>.

Dunque, da un canto, l'operatività del dubbio, agendo *ab intrinseco* rispetto all'ipotesi accusatoria, mira a saggiarne l'eventuale auto-contraddittorietà (ossia l'intrinseca incoerenza dei riscontri probatori) o inidoneità esplicativa (cioè l'insufficienza della capacità ricostruttiva delle prove per un fondato giudizio di colpevolezza). Dall'altro, la dialettica del dubbio si esplica *ab extrinseco* dirigendo le sue capacità operative nel raffronto dell'ipotesi accusatoria con le eventuali alternative disponibili, *id est* le ricostruzioni antagoniste non solo logicamente possibili, ma razionalmente plausibili, in quanto l'ipotesi accusatoria – sufficiente e non contraddittoria *in re ipsa* – deve essere la sola effettivamente prospettabile, in seguito alla sicura esclusione di decorsi ricostruttivi ad essa alternativi<sup>54</sup>.

Si ritiene, pertanto, di poter fare affidamento sull'epistemologia falsificazionista, quale fondamento del principio dell'al di là di ogni ragionevole dubbio<sup>55</sup>: in altri termini,

---

<sup>51</sup> Cfr. Cass., Sez. I, 21 maggio 2008, Franzoni, in *CED Cass.*, n. 240763, con nota di F. CAPRIOLI, *Scientific evidence e logiche del probabile nel processo per il "delitto di Cogne"*, in *Cass. pen.*, 2009, p. 1867; In dottrina e relativamente alla prova indiziaria si v. R. POLIDORI, *Prova indiziaria e giudizio di colpevolezza «oltre ogni ragionevole dubbio»*, in *Dir. pen. proc.*, 2014, p. 574 s.

<sup>52</sup> Cfr. Cass., Sez. IV, 12 novembre 2009, Durante, in *CED Cass.*, n. 245879; si v. J. DELLA TORRE, *Il lungo cammino della giurisprudenza italiana sull' "oltre ogni ragionevole dubbio"*, cit.

<sup>53</sup> Cfr. Cass., Sez. I, 31 maggio 2011, n. 35107; in dottrina v. FALLONE, *Il principio di falsificazione oltre ogni ragionevole dubbio tra legittimità e merito*, in *Dir. pen. proc.*, 2013, 7, p. 843.

<sup>54</sup> In questi termini F. CALLARI, *Principio di falsificazione e accertamento della responsabilità penale*, in *Riv. dir. proc.*, 2017, 1, 88.

<sup>55</sup> Cfr. P. FERRUA, *La prova nel processo penale*, cit., 277; A. FALLONE, *Il processo aperto: il principio di falsificazione oltre ogni ragionevole dubbio nel processo penale*, Milano 2012, 192; F.M. IACOVIELLO, *Lo standard probatorio dell'al di là di ogni ragionevole dubbio e il suo controllo in Cassazione*, cit., 3875 s.; G. CANZIO, *La valutazione della prova scientifica fra verità processuale e*



sarà possibile pronunciare una sentenza di condanna, a condizione che il dato probatorio acquisito lasci fuori soltanto eventualità remote, la cui effettiva realizzazione nella fattispecie concreta risulti priva del benché minimo riscontro processuale; e sia tale da condurre, quindi, ad una decisione dotata di alta credibilità razionale, vale a dire una certezza processuale che escluda l'interferenza di decorsi alternativi, per cui la condotta sia ascrivibile all'agente come fatto proprio<sup>56</sup>.

La formula contenuta nell'art. 533, comma 1, c.p.p., comporterebbe la necessità che la condanna possa essere pronunciata quando «alla stregua delle prove o informazioni rilevanti si è verificato il grado di conferma conseguente alla convergenza di tutte le prove nella direzione della conferma dell'ipotesi»<sup>57</sup>.

Ragionando in questi termini, la portata innovativa dell'oltre ogni ragionevole dubbio, diventa un corollario del principio di falsificazione, trovando, pertanto, le proprie radici non tanto nel campo del diritto, quanto in quello più prettamente epistemologico.

### 5.1. *Ragionevole dubbio e falsificazione*

Il principio di falsificazione, che si deve agli studi di Popper, è ispirato al razionalismo critico e trova la sua origine nel settore della ricerca scientifica orientata alla oggettività e certezza del risultato: l'affidabilità di un assunto è offerta non tanto dalle conferme che esso riceve quanto dalla sua resistenza ai tentativi di smentita. Pertanto, è «possibile, per mezzo di inferenze puramente deduttive (con l'aiuto del *modus tollens* della logica classica), concludere dalla verità di asserzioni singolari la falsità di asserzioni universali»<sup>58</sup>.

Nella costatazione per cui la teoria deve confrontarsi con i fatti, per rinvenire conferme, ma anche elementi di crisi della stessa, si nota un rigoroso atteggiamento critico, orientato ad escludere un'ipotesi insoddisfacente; la dialettica popperiana tende a porre in rilievo contraddizioni all'interno della teoria, come all'esterno di essa in rapporto ai fatti: «la congruenza di un'ipotesi non discende dalla sua coerenza formale, o dalla corretta

---

*ragionevole dubbio*, in Aa. Vv., *Scienza e processo penale. Nuove frontiere e vecchi pregiudizi*, C. CONTI (a cura di), Milano 2011, 61 s.; E.M. CATALANO, *Ragionevole dubbio e logica della decisione. Alle radici del giusnaturalismo processuale*, Milano 2016, 43 s.; F. CALLARI, *Principio di falsificazione e accertamento della responsabilità penale*, cit., 88.

<sup>56</sup> Cfr. Cass., Sez. un., 10 luglio 2002, Franzese, in *Guida dir.*, 38, 62, sviluppato anche da Id., Sez. un., 29-30 ottobre 2003, Andreotti, in *Giur. it.*, 2004, 1230, con riguardo al controllo di attendibilità delle ipotesi antagoniste in relazione all'evidenza probatoria e ai criteri di verifica giudiziale della ricostruzione dei fatti; sul punto v. A. BARGI, *La decisione sul fatto incerto*, in *Arch. pen.*, 2014, n. 2, 17.

<sup>57</sup> Cfr. A. BARGI, *La decisione sul fatto incerto*, cit., 17.

<sup>58</sup> Cfr. K. POPPER, *Logica della scoperta scientifica*, cit., 23.

applicazione di schemi inferenziali di tipo deduttivo, bensì dalla aderenza ai fatti espressi da una situazione data»<sup>59</sup>.

La sentenza Franzese – evocando un ragionamento probatorio attento alla particolarità del caso concreto ed elevando la probabilità logica a strumento utile per la ricostruzione del fatto, a fronte di assenti affermazioni generalizzanti affidabili o, comunque, poche leggi universali, così come a fronte di superficiali e sterili calcoli matematici – ripristina, indubbiamente, una discrezionalità del giudizio.

E non è un caso che tra le righe di questa pronuncia affiora il richiamo al principio: la verifica sulla sussistenza di un dubbio ragionevole è compiuta all'interno di delicati e complessi giudizi di valore verso una scelta decisoria caratterizzata dalla indubbia discrezionalità del giudice, dove per discrezionalità si intende scelta tra più opzioni, ciascuna legittima<sup>60</sup>.

Difficile, dunque, far dipendere la fissazione di un rigido *standard* probatorio, al di sopra del quale condannare, al di sotto del quale prosciogliere, da una formula evocata per via dell'impossibilità di quantificare il grado di probabilità necessario per emettere una pronuncia di condanna<sup>61</sup>: dubbio ragionevole è assenza di un limite preciso.

«Espressioni come 'ragionevole', 'giusto', 'equo' presentano ai margini un alone di indeterminatezza, una zona grigia dalla quale possono scaturire opposte soluzioni tutte legittime»<sup>62</sup>, da qui la discrezionalità del giudice e il relativo crescere dell'influenza delle parti, tra accusa e difesa.

---

<sup>59</sup> Cfr. R. BLAIOTTA, *Decidere l'indecidibile*, in "L'operazione decisoria" da emanazione divina alla prova scientifica. Passando per Rabelais, L. DE CATALDO NEUBURGER (a cura di), Milano, 2014, 191, «Non basta attenersi all'affidabilità delle regole, ma esse vanno confrontate con la concreta situazione problematica nella quale vengono utilizzate».

<sup>60</sup> L'al di là di ogni ragionevole dubbio compare anche in altre pronunce, prima di essere codificato nell'art. 533 c.p.p.: *ex pluris*, Cass. pen., Sez. I, 14.05.2004, n. 32494, in Cass. Pen. 2005, 3, 764; Cass., Sez. Un., 29.10.2003, Andreotti, n. 45276, *ivi*, 2004, 811; Cass. pen., Sez. IV, 25.09.2001, n. 5716, in Riv. it. dir. e proc. pen. 2002, 2, 737. Per un'analisi dell'applicazione del principio dell'oltre ogni ragionevole dubbio in tali sentenze v. G. CANZIO, *L'"oltre ogni ragionevole dubbio" come regola probatoria e di giudizio nel processo penale*, in Riv. it. Dir. proc. pen. 2004, 306 e s.; F. D'ALESSANDRO, *L'oltre ogni ragionevole dubbio nella valutazione della prova indiziaria*, in Cass. Pen., 2005, 3, 764 e s.

<sup>61</sup> Si veda F.M. IACOVIELLO, *Lo standard probatorio dell'al di là di ogni ragionevole dubbio e il suo controllo in Cassazione*, cit., 3857; P. FERRUA, *Il controllo della Cassazione sulla motivazione*, in "l'operazione decisoria" da emanazione divina alla prova scientifica, cit., 99 s.

<sup>62</sup> Cfr. P. FERRUA, *Il controllo della Cassazione sulla motivazione*, in "l'operazione decisoria" da emanazione divina alla prova scientifica, cit., 100, l'Autore si interroga sulla natura della formula dell' "al di là di ogni ragionevole dubbio", se regola o principio; giungendo ad affermare che essa sia strutturata come regola (in quanto tale non soggetta a bilanciamento, ma eventualmente ad eccezioni), ma sostanzialmente rappresentante un principio: «La forma è quella di una regola, in quanto il giudice, che registri la permanenza di un ragionevole dubbio sulla colpevolezza, è categoricamente tenuto ad assolvere. Ma di fatto la direttiva opera come un principio, perché la verifica sulla ragionevolezza o no del dubbio viene a dipendere da complessi giudizi di valore che stanno al di là della regola e che rendono estremamente elastica la valutazione del giudice».

In una pronuncia poco successiva alla sentenza Franzese – e comunque prima della novella del 2006 – si afferma che «il principio dell’“oltre il ragionevole dubbio” permea l’intero sistema processuale» e trova espressione nelle garanzie fondamentali del processo penale, tra cui la presunzione di innocenza, l’*in dubio pro reo* e l’obbligo di motivazione, il quale viene garantito mediante il controllo *ex art. 606, comma 1 lett. e)*. Si aggiunge poi, che, nel caso di specie, non essendo stata esclusa un’ipotesi alternativa, risulta non rispettato il criterio del ragionevole dubbio quale «limite della libertà di convincimento del giudice apprestato dall’ordinamento per evitare che l’esito del processo sia rimesso ad apprezzamenti discrezionali, soggettivi, confinanti con l’arbitrio»<sup>63</sup>.

Per l’appunto, inquadrare il principio in un’ottica di garanzia contro pericoli di soggettivismo giudiziale, sulla base di un criterio che evoca – come si diceva – concetti evanescenti quali *ragionevolezza* e *dubbio*, che al contrario vedrebbero ampliata la discrezionalità del giudicante; ha senso solo se si riesca ad individuare il suo significato concreto, tentando di inquadrarlo all’interno del principio di falsificazione.

La valutazione di decorsi causali alternativi, o la resistenza di una tesi a fronte della falsificazione dell’altra – indipendentemente dal grado di affidabilità o veridicità della stessa sulla sola sua verifica – comporta una più complessa attività di valutazione del giudice, altrimenti non richiesta se questi fosse chiamato solo a giudicare la verificabilità di una tesi; o ad adottare, in presenza di più ipotesi ricostruttive del fatto, una tesi perché più probabile rispetto ad altra. Tale discrezionalità nasce e vive nel contraddittorio delle parti quale luogo privilegiato, che meglio descrive la dialettica processuale e scontro di tesi e di ipotesi contrarie<sup>64</sup>.

Il principio di falsificazione risulta, difatti, intimamente connesso con il contraddittorio e i principi del processo accusatorio, in virtù del crescere nel dibattito della dialettica processuale; laddove, invece, nel processo inquisitorio non emerge la

---

<sup>63</sup> Cfr. Cass. pen., Sez. I, 14 maggio 2004, Grasso, in *Cass. pen.*, 2005, p. 759; v. J. DELLA TORRE, *Il lungo cammino della giurisprudenza italiana sull’ “oltre ogni ragionevole dubbio”*, cit.; M. DANIELE, *Regole di esclusione e regole di valutazione della prova*, Torino, 2009, p. 167 s.; P. FERRUA, *Il libero convincimento del giudice penale: i limiti legali*, in Aa. Vv., *Il libero convincimento del giudice penale. Vecchie e nuove esperienze*, Milano, 2004, p. 61.

<sup>64</sup> Quello che dottrina chiama falsificazione in senso strumentale, ovvero il principio del contraddittorio e della prova contraria. Perché in tanto ha senso sostenere il principio di falsificazione in senso strumentale, in quanto si affermi implicitamente la necessità di falsificazione in senso sostanziale (quale, appunto, necessità di dimostrazione della veridicità di una tesi e della connessa falsificazione della tesi opposta): «non sarebbe di facile comprensione una norma che stabilisse la necessità e la rilevanza della prova contraria [...] e per la stessa ragione al contempo non stabilisse implicitamente, la necessità della falsificazione della prova contraria per ritenere dimostrata la tesi opposta a quella sostenuta da simile prova contraria»; A. FALLONE, *Il processo aperto: il principio di falsificazione oltre ogni ragionevole dubbio nel processo penale*, cit., 188; v. anche P. FERRUA, *Metodo scientifico e processo penale*, cit., 18, secondo l’Autore il contraddittorio costituisce la «traduzione processuale della falsificazione popperiana».

necessità di falsificazione della tesi opposta, ritenendo sufficiente la verifica della tesi data.

Basti pensare alla norma di cui all'art. 546 comma 1 lett. e) c.p.p., che recepisce *expressis verbis* la struttura argomentativa della falsificazione; a cospetto della corrispondente norma del vecchio codice di rito (art. 374 n.4) dalla quale differisce per il mancato riferimento alla necessità di indicare le motivazioni della ritenuta non attendibilità delle prove contrarie<sup>65</sup>.

La norma di cui all'art. 546, comma 1, lett. e), recepita nel nostro ordinamento molto prima della novella del 2006, delinea una struttura della motivazione che deve dar conto del carattere dialettico delle parti processuali, e del conflitto tra una tesi e la tesi contraria: da ciò si coglie che il ragionare per falsificazione non era estraneo al nostro ordinamento; «la peculiarità e specificità dell'oltre ogni ragionevole dubbio concerne quindi non già il principio di falsificazione in se e per sé, quanto piuttosto il criterio ed il parametro alla luce del quale far operare detto principio, nel senso che tanto la verifica della tesi ritenuta vera quanto la falsificazione della tesi alternativa debbono avvenire oltre ogni ragionevole dubbio»<sup>66</sup>.

La dottrina da ultimo citata, mette anche in luce come della necessità di falsificazione della tesi alternativa era ben consapevole anche la giurisprudenza: «nella valutazione probatoria giudiziaria – così come, secondo la più moderna epistemologia in ogni procedimento di accertamento (scientifico, storico, ecc.) – è corretto e legittimo fare ricorso alla verosimiglianza e alle massime di esperienza. È tuttavia necessario – affinché il giudizio di verosimiglianza sia logicamente e giuridicamente accettabile – che si possa escludere plausibilmente ogni alternativa spiegazione che invalidi l'ipotesi all'apparenza più verosimile. Allorché viene offerto di provare che ciò che appare simile al vero contrasta con il reale accadimento, quando cioè venga dedotta una prova avente ad oggetto proprio la falsificazione/validazione, nel caso concreto della massima d'esperienza, la mancata ammissione della prova non consente di ritenere logicamente per vero ciò che appare solo verosimile»<sup>67</sup>.

## 6. La prova del DNA oltre ogni ragionevole dubbio

---

<sup>65</sup> Cfr. A. FALLONE, *Il processo aperto: il principio di falsificazione oltre ogni ragionevole dubbio nel processo penale*, cit., 188.

<sup>66</sup> Cfr. Id., *Il principio di falsificazione oltre ogni ragionevole dubbio tra legittimità e merito*, cit., 843.

<sup>67</sup> Cfr. Cass. pen. Sez. VI, 28 marzo 1995, n. 4668, in CED 201152.

Traendo le fila del discorso, inquadrato il criterio dell'oltre ogni ragionevole dubbio in un'ottica falsificazionista, non dovrebbe tanto scandalizzare l'uso della probabilità o della statistica nel processo; quanto piuttosto un suo malsano abuso.

Come è stato giustamente notato<sup>68</sup>, tutto il processo – anzi, meglio, il procedimento – è intriso di giudizi probabilistici: l'ipotesi nasce attraverso un'inferenza di tipo abduttivo a partire dalle indagini preliminari da parte del pubblico ministero, il quale già in quel momento formula un embrionale enunciato di accusa sulla base di regole epistemologiche e logiche, selezionando l'ipotesi che più di ogni altra è in grado di spiegare il fatto, ossia la migliore ipotesi esplicativa che si intende poi, eventualmente, portare all'attenzione del giudice; e una serie di ragionamenti probabilistici accompagnano poi le fasi successive, tanto che il processo si compone di diversi *titoli logici* che conducono al momento conclusivo dell'accertamento. E allora – si afferma – perché scandalizzarsi se il *trial* è un *trial by probabilities*; se un ragionamento è un ragionamento condotto sempre su un terreno di incertezza degli esiti<sup>69</sup>.

Il nodo è, però, un altro: non è il problema dell'ammettere l'uso della probabilità nel processo penale; quanto, piuttosto, il peso che essa dovrebbe assumere nel complessivo ed ineludibile ragionamento del giudice.

Quando la prova scientifica entra nel processo innegabile è il ruolo di straordinario rilievo che essa assume: dalle sue strutture, dai suoi apparati, dalle sue metodologie, e continui avanzamenti tecnologici, ci si aspetta che sia in grado di incidere fortemente nell'accertamento del fatto, contribuendo a fornire risultati rigorosi che possano condurre ad un giudizio oltre ogni ragionevole dubbio.

Tuttavia, la scienza, così come gli approcci probabilistici, statistici, numerici, di cui essa si compone – come nel caso della prova del DNA – può ridurre l'area del ragionevole dubbio, sol se di essa si faccia un buon uso in termini di sottoposizione dei relativi esiti al controllo giurisdizionale.

Per fare ciò – alla luce dei criteri su menzionati, e tenuto conto della particolarità della prova del DNA – si sottolinea ancora una volta la necessità che così come la scienza in questo particolare settore debba rendere comprensibile il relativo esito, sulla base di una – per quanto possibile – linearità e semplicità di linguaggio; allo stesso modo anche il giudice debba interessarsi della questione scientifica, rendendo auspicabile una formazione capace di implementare il sapere e l'esperienza, anche in settori così articolati e delicati come l'indagine genetica.

---

<sup>68</sup> G. CANZIO, *La motivazione della sentenza e la prova scientifica: "reasoning by probabilities"*, in occasione della Conferenza del 13 gennaio 2017, Accademia Nazionale dei Lincei, consultabile al sito: <https://www.youtube.com/watch?v=gInLaW6crVg>.

<sup>69</sup> Cfr. Id.

Tanto premesso, e alla luce delle considerazioni sin qui svolte, si può ritenere che il peso di una matematica probabilità o statistica all'interno del processo, ed in particolar modo nell'argomentazione del giudice, potrebbe non porre particolari problematiche sol se filtrata dalla sua interpretazione alla luce delle evidenze disponibili.

Si intende, cioè, affermare che il calcolo matematico può entrare nel processo penale purchè non diventi un limite al ragionamento del giudice che acriticamente si piega, cristallizzandolo, sul relativo esito. Quest'ultimo, seppur sostenuto da solide ragioni scientifiche, non per ciò solo potrebbe vantare di superare la barriera dell'oltre ogni ragionevole dubbio, tutte le volte in cui su di esso alcun ragionamento del giudice sia stato compiuto alla luce del complesso delle risultanze probatorie. Del resto a nessuna, alta o medio-alta, probabilità, o affidabile o meno affidabile statistica, assegnata sulla base di leggi scientifiche può attribuirsi il carattere dell'assolutezza nel processo penale; sarà, infatti, correlata all'evidenza disponibile e, dunque, relativa al caso concreto<sup>70</sup>.

Se dall'accertamento genetico emerge una ipotesi ricostruttiva, seppur la più semplice e la più verosimile (per esempio, emerge che quel profilo di DNA rinvenuto sulla scena del crimine è compatibile sulla base di un'elevata evidenza statistica con quello dell'imputato), il giudice non deve fermarsi a recepire passivamente il dato.

Difatti, indipendente dal ragionare al di fuori delle ipotesi meno rassicuranti relative all'analisi genetica (campioni *low copy number*, profili misti, ecc. ecc.) che di per sé – si è visto – inducono a dubitare del reale peso discriminativo dell'analisi stessa; e, dunque, anche nel caso di un'indagine genetica non particolarmente spinosa a cui sono associati coefficienti probabilistici elevati e alte frequenze statistiche che evidenziano la minima ricorrenza di errore; ciò nonostante al giudice non dovrebbe esser sottratto il necessario vaglio sulle ipotesi alternative (restando all'esempio sopra fatto, si potrebbe trattare di un incontro occasionale).

E allora il punto sarà non tanto quello di negare la forza dei numeri, e l'irrompere inevitabile ed inevitabilmente utile, della scienza nel processo; quanto, piuttosto, quello di evitare che questa forza si traduca in arroganza: il primato di valutazione ed interpretazione spetta in ogni caso al giudice.

---

<sup>70</sup> Cfr. Id. Secondo l'autorevole opinione, è l'intera evidenza disponibile che, alla fine del discorso, è in grado di consegnare il grado alto o meno alto di credibilità di quell'ipotesi, nonostante l'apporto e il contributo scientifico idoneo ad accorciare i tempi e gli spazi e dare maggiore verosimiglianza alle risposte. Si richiama a tal proposito una formula risalente agli studi di Carl Gustav Hempel:  $PHK = R$ , dove la P rappresenta la probabilità di H, di un'ipotesi, ed è strettamente interconnessa a (PHK per l'appunto) a K, ossia alla quantità e qualità delle informazioni derivanti dalle evidenze disponibili; evidenziando come tutto ciò sia uguale a R che altro non è se non la resistenza alle controipotesi.

Ragion per cui, quest'ultimo non si dovrebbe mai esimere – anche dinanzi a coefficienti alti di probabilità o esiti scientifici affidabili – dall'operare quel basilare tentativo di smentita, ossia di falsificazione anche dell'ipotesi più verosimile, foss'anche si tratti di dimostrare la ricorrenza di una possibilità remota, legata a coefficienti medio bassi di probabilità, purchè ancorata alle evidenze disponibili.

In questo modo, concetti come ragionevolezza e dubbio si compongono in una visione unitaria, sistematicamente coerente con i principi del processo penale, non sterilmente appiattita sui calcoli matematici, ma dinamica e vigorosa all'interno della macchina processuale, in particolar modo nel contraddittorio dibattimentale; in grado, cioè, di restituire l'opportuna discrezionalità del giudice nell'arte di valutare le prove, quale giusto avvicinamento al caso concreto, che nessuna matematica limitazione, così come legale previsione, può compromettere.

Del resto, all'essenziale discrezionalità nella fase di valutazione della prova, corrisponde una imprescindibile legalità del procedere, perché non di libertà dalla legge si tratta, ma di libertà scandita nei limiti della legge stessa, ovvero perimetrata da criteri legali e norme costituzionali che indirizzano il giudice nella difficile arte del valutare le prove.

In altre parole la discrezionalità del giudice, quale conseguenza di giudizi di valori insiti nella valutazione del dubbio ragionevole, sarà colmata ed indirizzata dal lavoro dell'attività argomentativa della parti nel contraddittorio dibattimentale, inteso tanto come diritto ad interloquire sui temi oggetto della decisione, quanto come metodo di accertamento della verità processuale.

D'altra parte, il criterio dell'oltre ogni ragionevole dubbio, non può riguardare esclusivamente la valutazione complessiva delle stesse, ma dovrà riversare il relativo peso su ogni singolo segmento inferenziale che conduce alla formulazione del giudizio finale<sup>71</sup>: richiede un costante tentativo di smentita rivolto dapprima alla singola risultanza probatoria, poi alla unitaria valutazione del quadro probatorio, così da giungere alla verificabilità della tesi processuale, a fronte della sua falsificabilità.

Per concludere, ciò che costituisce limite e fondamento dell'attività del ragionamento del giudice è rappresentato da tutto il complesso di risultanze che sorregge il percorso

---

<sup>71</sup> *Contra v. P. FERRUA., Il controllo della Cassazione sulla motivazione, in "L'operazione decisoria" da emanazione divina alla prova scientifica, cit., 103, per l'Autore ragionare diversamente significherebbe cadere nell'equivoco di confondere due ordini di disposizione delle prove, quello a sequenza e quello convergente: in una sequenza di passi inferenziali, dove ogni proposizione provata si converte in proposizione probatoria rispetto al passo successivo, è inevitabile che la debolezza del singolo passaggio si ripercuota sull'esito finale. Tuttavia l'Autore precisa che diverso è il discorso quando le prove convergano verso la medesima proposizione da provare: rafforzandosi reciprocamente, non si pretende anche che esse escludano ogni ragionevole dubbio sul tema da provare, se ad escluderlo è la loro unione e, dunque, la loro complessiva valutazione.*

valutativo, composto sì, talvolta, di numeri, ma articolato su argomentazioni, che se ragionevolmente fondate, possono essere capaci di scavalcarli.

Perciò alla domanda a monte posta, ossia può la prova del DNA, da sola, essere il fondamento di una sentenza di condanna, la risposta non potrebbe che essere negativa.

Difatti, sia che si tenga conto del limite giuridico derivante da un accertamento genetico che – si è evidenziato – sarebbe opportuno inquadrare, a fronte della sua struttura logica, come dato indiziante, non direttamente rappresentativo del fatto da accertare; sia che si tenga conto di quanto poc’anzi espresso, in termini di necessario vaglio da parte del giudice orientato da un principio falsificazionista che operi su ogni prova e su ogni indizio; mai la sola prova del DNA potrebbe sorreggere da sola una sentenza di condanna impressa in un giudizio penale oltre ogni ragionevole dubbio.



## BIBLIOGRAFIA

- R. ADORNO, *Il prelievo coattivo a fini investigativi*, in *Giur. It.*, 2010, 5.
- R. ALAEDDINI, S.J. WALSH, A. ABBAS, *Forensic implications of genetic analyses from degraded DNA—a review*, in *Forensic Sci. Int. Genet.* 2010; 4: 148–157.
- R. ALAEDDINI, S. J. WALSH, A. ABBAS, *Forensic implications of genetic analyses from degraded DNA-A review*, in *Forensic Science International: Genet.*, 2010, volume 4, numero 3, 148 – 157.
- G. AMATO, *Individuo e autorità nella disciplina della libertà personale dell'imputato*, Milano, 1967.
- , sub art. 13 Cost ., in *Commentario della Costituzione*, G. Branca (a cura di), *Rapporti civili. Artt. 13-28*, Bologna-Roma, 1981, 6.
- E. AMODIO, *Perizia e consulenza tecnica nel quadro probatorio del nuovo processo penale*, in *Cass. pen.*, 1989, 170.
- , *Il diritto delle prove penali nel pensiero di Mirjan Damaska*, in *Riv. It. dir. e proc. pen.*, 2007, 15.
- L. AMORIM, A. AND PEREIRA, *Pros and cons in the use of SNPs in forensic kinship investigation: a comparative analysis with STRs*, in *Forensic Sci. Int.* 2005; 150: 17–21.
- E. APRILE, *Le indagini tecnico-scientifiche: problematiche giuridiche sulla formazione della prova penale*, in *Cass. pen.*, fasc.12, 2003, 4034.
- I. ARUSCI, *Cancellazione dei profili e distruzione dei campioni*, in *Banca dati del DNA e accertamento penale*, cit., 112
- M. BACCI, *Il rilievo del dato biologico nell'indagine criminalistica*, in *Genetica e forense e diritto: prospettive scientifiche, tecnologiche e normative*, a cura di Dobosz-Carnevali-Lancia, 2011.
- K.N. BALLANTYNE, A.L. POY, R.A.H. VAN OORSCHOT, *Environmental DNA monitoring: beware of the transition to more sensitive typing methodologies*, in *Aust. J. Forensic Sci.*, 45( 3) ( 2013) , pp. 323- 340.
- W. BAR, B. BRINKMANN, B. BUDOWLE et al., *DNA recommendations. Further report of the DNA Commission of the ISFH regarding the use of short tandem repeat systems. International Society for Forensic Haemogenetics*, in *Int J Legal Med* , 1997, 110(4):175-176.
- V. BARBATO- G. LAGO – V. MANZARI, *Come ovviare al vuoto sui prelievi coattivi creato dalla sentenza n. 238 del 1996*, in *Dir. pen. proc.*, 1997, 3, 361.
- A. BARGI, *La decisione sul fatto incerto*, in *Arch. pen.*, 2014, n. 2, 17.
- P. BARILE, *Diritti dell'uomo e libertà fondamentali*, Bologna, 1984.

- T. BASILE, *Le riforme del processo: il giardiniere incostante e i suoi trapianti. (Alla radice di uno sradicamento)*, in *Corriere giuridico*, 2010, Vol. I, 132-133.
- A. BELLOCCHI, voce *Perito e perizia*, in *Dig. disc. pen.*, III Agg., II tomo, Torino, 2005, 1078.
- E. BERNARDI, *Prove ematologiche, poteri coercitivi del giudice e libertà personale*, in *Leg. Pen.*, 1986, 365 ss.
- F.R. BIEBER, J.S. BUCKLETON, B. BUDOWLE, J.M. BUTLER, M.D. COBLE, *Evaluation of forensic DNA mixture evidence: protocol for evaluation, interpretation, and statistical calculations using the combined probability of inclusion*, in *BMC Genet.* 2016; 17: 125.
- A. BIEDERMANN, F. TARONI, *Bayesian networks for evaluating forensic DNA profiling evidence: A review and guide to literature*, in *Forensic Science International: Genetics*, 2011, Vol. 6, Issue 2, 147–157.
- A. BIEDERMANN, R. VOISARD, F. TARONI, *Learning about Bayesian networks for forensic interpretation: An example based on the 'the problem of multiple propositions'*, in *Science & Justice*, 2012, Volume 52, Issue 3, 191-198.
- A. BIGIARINI, *Gli aspetti processuali più rilevanti: prelievo biologico coattivo, arresto in flagranza e competenza del giudice*, in *Dir. pen. proc.*, 2016, 4, 429.
- T.W. BILLE, S.M. WEITZ, M.D. COBLE, J. BUCKLETON, J. BRIGHT, *A Comparison of the performance of different models for the interpretation of low level mixed DNA profiles*, in *Electrophoresis*, 2014; 35: 3125–3133.
- R. BIN-G. PITRUZZELLA, *Diritto costituzionale*, Torino, 2005.
- R. BLAIOTTA, *Decidere l'indecidibile*, in "L'operazione decisoria" da emanazione divina alla prova scientifica passando per Rabelais, L. DE CATALDO NEUBURGER (a cura di), Milano, 2014, 191.
- I. BOIANO, *L'obbligo di informazione sulle finalità del prelievo di campioni organici*, in *Cass. pen.*, fasc.11, 2009, 4349.
- C. BONZANO, *Prova "scientifica": le garanzie difensive tra progresso tecnologico e stasi del sistema*, in Aa. Vv., *Scienza e processo penale. Nuove frontiere e vecchi pregiudizi*, C. CONTI (a cura di), Milano, 2011.
- M. BORDIERI, *Sul valore probatorio del rifiuto ingiustificato dell'imputato di sottoporsi al prelievo di DNA*, in *Cass. pen.*, 2004, 4166.
- S. BOZZI, A. GRASSI, *Il sopralluogo tecnico sulla scena del delitto*, in *Scienze forensi. Teoria e prassi dell'investigazione scientifica*, 2009.
- B. BRINKMANN, M. KLINTSCHAR, F. NEUHUBER, J. HÜHNE, B. ROLF, *Mutation Rate in Human Microsatellites: Influence of the Structure and Length of the Tandem Repeat*, in *AJHG*, 1998, volume 62, Issue 6, 1408-1415.

- C. BRUSCO, *Il vizio di motivazione nella valutazione della prova scientifica*, in *Dir. pen. proc.*, 2004, 14, 1414.
- , *La valutazione della prova scientifica*, in Aa. Vv., *La prova scientifica nel processo penale*, DE CATALDO NEUBURGER (a cura di), Padova, 2007, 44.
- , *Scienza e processo penale: brevi appunti sulla valutazione della prova scientifica*, in *Riv. it. medicina legale*, 2012, 1, nt 46-47.
- J.S. BUCKLETON, J.M. CURRAN, P. GILL, *Towards understanding the effect of uncertainty in the number of contributors to DNA stains*, in *Forensic Sci. Int. Genet.*, 1 (2007), 20-28.
- J. BUCKLETON, J. CURRAN, *A discussion of the merits of random man not excluded and likelihood ratios*, in *Forensic Science International: Genetics*, 2008, Volume 2, Issue 4, 343-348.
- J.S. BUCKLETON, M. KRAWCZAK, B.S. WEIR, *The interpretation of lineage markers in forensic DNA testing*, in *Forensic Sci. Int. Genet.*, 5 (2011), pp. 78-83.
- J.S. BUCKLETON, J.A. BRIGHT, D. TAYLOR, *Forensic DNA Evidence Interpretation*, in 2nd ed. CRC Press, Boca Raton, 2016.
- B. BUDOWLE, TR. MORETTI, SJ. NIEZGODA, BL. BROWN, (1998) *CODIS and PCR-based short tandem repeat loci: law enforcement tools*, in Promega Corporation (ed) *Genetic Identity Conference Proceedings of the Second European Symposium on Human Identification*, 73-88.
- B. BUDOWLE et. al., *Validity of Low Copy Number Typing and Applications to Forensic Science*, in *Croat. Med. J* (2009) 50, 207-217.
- J.M. BUTLER, *Advanced Topics in Forensic DNA Typing: Interpretation*, in Elsevier, 2014.
- J.M. BUTLER, *The future of forensic DNA analysis*, *Phil. Trans. R. Soc. B* (2015).
- J. BUTLER, Y. SHEN, B.R. MCCORD, *The development of reduced size STR amplicons as tools for analysis of degraded DNA*, in *J. Forensic Sci.* 2003; 48: 1054–1064.
- JM BUTLER, MD COBLE, *Characterization of new MiniSTR loci to aid analysis of degraded DNA*, in *J. Forensic Sci.* 2005 ; 50 : 1-11.
- J.M. BUTLER, COBLE, M., P.M. VALLONE, *STRs vs. SNPs: thoughts on the future of forensic DNA testing*, in *Forensic Sci, Med. Pathol.* 2007; 3: 200–205.
- F. CALLARI, *Principio di falsificazione e accertamento della responsabilità penale*, in *Riv. dir. proc.*, 2017, 1, 88.
- A.CANALE, *Norme opache*, 2010, dattiloscritto.
- A. CAMON, *La disciplina delle indagini genetiche*, in *Cass. Pen.*, fasc.4, 2014, pag. 1426B.
- A. CAMON, *La prova genetica tra prassi investigative e regole processuali*, in *Proc. pen. giust.*, 2015, 6, 166.

- R. CANTONE, *Le modifiche processuali introdotte con il "decreto antiterrorismo" (d.l. n. 144/05 conv. in l. n. 155/05)*, in *Cass. pen.*, 2005, 2507.
- G. CANZIO, *Prova scientifica, ragionamento probatorio e libero convincimento del giudice nel processo penale*, in *Dir. pen. proc.*, 2003, 1193.
- , *L'"oltre ogni ragionevole dubbio" come regola probatoria e di giudizio nel processo penale*, in *Riv. it. Dir. proc. pen.* 2004, 306 e s.
- , *La valutazione della prova scientifica fra verità processuale e ragionevole dubbio*, in *Arch. pen.*, 2011, fasc. 3.
- F. CAPRIOLI, *La scienza «cattiva maestra»: le insidie della prova scientifica nel processo penale*, in *Cass. pen.* 2008, 3530.
- , voce *Condanna (diritto processuale penale)*, *Enc. dir.*, Ann. II, t. I, 2008, 103.
- , *Scientific evidence e logiche del probabile nel processo per il "delitto di Cogne"*, in *Cass. pen.*, 2009, 1877.
- , *L'accertamento della responsabilità penale "oltre ogni ragionevole dubbio"*, in *Riv. it. dir. e proc. pen.*, fasc.1, 2009, 51.
- T. CARAGINE et al., *Validation of testing and interpretation protocols for low template DNA samples using AmpFlSTR Identifier*, in *Croat. Med. J.* (2009) 50/3, 250-267.
- G. CARLIZZI, *Iudex peritus peritorum. Un contributo alla teoria della prova specialistica*, in [www.dirittopenalecontemporaneo.it](http://www.dirittopenalecontemporaneo.it), 5 maggio 2017.
- , *Giudice 2.0 e uso del sapere specialistico nel processo penale*, in [www.processopenaleegiustizia.it](http://www.processopenaleegiustizia.it).
- F. CARNELLUTTI, *La prova civile*, II ed., Roma, 1947.
- , *Principi del processo penale*, Napoli, 1956, 215.
- G. CAROFIGLIO, *Il controesame. Dalle prassi operative al modello teorico*, Milano, 1997.
- A. CARRACEDO, et al., *Focus issue - Analysis and biostatistical interpretation of complex and low template DNA samples*, in *Forensic Science International: Genetics*, 2012, Volume 6, Issue 6, 677 – 678.
- D. CASEY, N. CLAYSON, S. JONES, J. LEISJ, M. BOYCE, I. FRASER, F. KENNEDY, K. ALEXANDER, *A response to Meakin and Jamieson DNA transfer: review and implication for casework*, in *Forensic Sci. Int. Genet.*, 21( 2016) , pp. 117- 118.
- F. CASASOLE, *L'esame radiografico coattivo: qualificazione giuridica e limiti costituzionali*, in *Giur. it.*, 2007, 192 ss.
- , *Le indagini tecnico-scientifiche: un connubio tra scienza e diritto in perdurante attesa di disciplina*, in *Dir. pen. proc.*, 2008, 1443.
- , *Neuroscienze, genetica comportamentale e processo penale*, in *Dir. pen. proc.*, 2012, 113.

- V. CASINI, *Sanzionata dalla Cassazione l'omessa catena di custodia*, in *Dir. pen. proc.*, 2010, 1079.
- F. CAVALLA, *Topica giuridica*, in *Enc. giur.*, XLIV, Milano, 1992, 729.
- E. M. CATALANO, *Prova indiziaria, probabilistic evidence e modelli matematici di valutazione*, in *Riv. dir. proc.*, 1996, 518 ss.
- , *Il concetto di ragionevolezza tra lessico e cultura del processo penale*, in *Dir. pen. proc.*, 2011, 85.
- , *Logica della prova, statistical evidence e applicazione della teoria delle probabilità nel processo penale*, in *Dir. pen. cont. – Riv. trim.*, 2013, 4, 132 ss.
- , *Ragionevole dubbio e logica della decisione. Alle radici del giusnaturalismo processuale*, Milano 2016.
- M. CECCHI, *L'“autonoma valutazione” del giudice quale baluardo contro l'appiattimento sulla prova scientifica*, in *Dir. pen. proc.*, 2017, 7, 915, s.
- A. CERRI, *Libertà II) Libertà personale – Dir. cost.*, in *Enc. giur.*, 1991, 5.
- N. CERRI, U. RICCI, I. SANI, A. VERZELETTI, F. DE FERRARI, *Mixed stains from sexual assault cases: autosomal or Y-chromosome short tandem repeats?*, *Croat. Med. J.* 2003; 44: 289–292.
- C. CESARI, *“Prova del DNA” e contraddittorio mancato*, nota a Cass. pen., Sez. I, 14 febbraio 2002, Jolibert, in *Giur. it.*, 2003, III, c. 534.
- R. CHAKRABORTY, D.N. Su. B. STIVERS, Y. ZHONG, B. BUDOWLE, *The utility of short tandem repeat loci beyond human identification: implications for development of new DNA typing systems*, *Electrophoresis*. 1999; 20: 1682–1696.
- P. CHERUBINI, *Fallacie nel ragionamento probatorio*, in AA. VV., *La prova scientifica nel processo penale*, L. DE CATALDO NEUBURGER (a cura di), Padova, 2007.
- , *Trappole cognitive nel ragionamento giudiziario*, in *Cass. pen.*, 2007, 1363.
- D. CHINNICI, *L'“oltre ogni ragionevole dubbio”: nuovo criterio del giudizio di condanna?*, in *Dir. pen. proc.*, 2006, 12, 1553.
- M. CINGOLANI, *Il prelievo ematico per l'accertamento della idoneità alla guida dopo le sentenze della Corte costituzionale 194 e 238 del 1996*, in *Riv. it. med. Leg.*, 1997, 875-878.
- E. COLOMBO, *La Banca dati del DNA in Italia: prime considerazioni nel panorama europeo, alla luce del regolamento attuativo*, in *Cass. pen.*, 2016, 375B.
- , *Il nuovo regolamento per l'istituzione della Banca dati nazionale del DNA: commento a prima lettura e confronto con le disposizioni di altri Stati*, in *Cass. pen.*, 2016, 12, 4615B.
- C. CONTI, *Al di là del ragionevole dubbio*, in Aa. Vv, *Novità in tema di impugnazioni penali e regole di giudizio*, E. Scalfati (a cura di), Milano 2006, 102.
- , *La prova del rapporto di causalità*, in Aa. Vv., *La prova scientifica nel processo penale*, L. DE CATALDO NEUBURGER (a cura di), Padova, 2007.

- , *Iudex peritus peritorum e ruolo degli esperti nel processo penale*, in *Dir. pen. proc.*, 2008, Dossier, 30.
- , *Il volto attuale dell'inutilizzabilità: derive sostanzialistiche e bussola della legalità*, in *Dir. pen. proc.*, 2010, 7, 781.
- , *I diritti fondamentali della persona tra divieti e «sanzioni processuali»: il punto sulla perizia coattiva*, in *Dir. pen. proc.*, 2010, 1002.
- , *Il processo si apre alla scienza: considerazioni sul procedimento probatorio e sul giudizio di revisione*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 2010, 1208.
- C. CONTI - E. SAVIO, *La sentenza d'appello nel processo di Perugia: la "scienza del dubbio" nella falsificazione delle ipotesi*, in *Dir. pen. proc.*, 2012, 575 ss.
- S. CORBETTA, in *Codice di procedura penale commentato*, sub art. 501, A. GIARDA – G. SPANGHER (a cura di), II ed., vol. II, Milano, 2001, 1356.
- F. CORDERO, *Guida alla procedura penale*, Torino, 1986, 349.
- , *Codice di procedura penale commentato*, 2<sup>a</sup> ed., Torino, 1992.
- , *Procedura penale*, Milano, 2012.
- C. A. CROUSE, J. SCHUMM, *Investigation of Species Specificity Using Nine PCR- Based Human STR System*, *J Forensic Sci* 40, 925-956, 1995.
- S. COOPER, C. MCGOVERN, J.A. BRIGHTA, D. TAYLOR, J. BUCKLETON, *Investigating a common approach to DNA profile interpretation using probabilistic software*, in *Forensic Science International: Genetics*, Volume 16, 2015, 121-131.
- R.G. COWELL, S.L. LAURITZEN, J. MORTERA, *Probabilistic expert systems for handling artifacts in complex DNA mixtures*, in *Forensic Sci. Int. Genet.*, 5 (2011), 202- 209.
- M. CURRAN, P. GILL, M.R. BILL, *Interpretation of repeat measurement DNA evidence allowing for multiple contributors and population substructure*, in *Forensic Sci. Int.*, 148 (2005), 47-53.
- D. CURTOTTI, *Indagini sulla scena del crimine ed acquisizione di dati probatori. Protocolli operativi ed utilizzabilità della prova: profili processualistici*, in Aa. Vv., *L'assassinio di Meredith Kercher. Anatomia del processo di Perugia*, M. MONTAGNA (a cura di), Roma, 2012.
- , *I rilievi e gli accertamenti tecnici*, Padova, 2013.
- D. CURTOTTI NAPPI - L. SARAVO, *Il volo di Icaro delle investigazioni sulla scena del crimine: il ruolo della polizia giudiziaria*, in C. CONTI (a cura di), in *Scienza e processo penale. Nuove frontiere e vecchi pregiudizi*, Milano, 2011, 201.
- G. DACQUI', *La prova scientifica. Lo spazio del libero convincimento*, in *La prova penale scientifica nel processo penale*, L. DE CATALDO NEUBURGER (a cura di), Padova, 2007, 95.

- F. D'ALESSANDRO, *La certezza del nesso causale: la lezione "antica" di Carrara e la lezione "moderna" della Corte di cassazione sull'"oltre ogni ragionevole dubbio"*, in *Riv. It. Dir. Proc. Pen.* 2002, 743.
- , *L'oltre ogni ragionevole dubbio nella valutazione della prova indiziaria*, in *Cass. Pen.*, 2005, 3, 764 e s.
- A. D'AMATO, *La banca-dati nazionale del DNA e le modifiche al codice di procedura penale in tema di prelievi coattivi di materiale biologico a fini di prova*, in *Critica penale*, 2009, 222.
- M. DANIELE, *Regole di esclusione e regole di valutazione della prova*, Torino, 2009.
- M. DAMASKA, *Il diritto delle prove alla deriva*, Trad. it., Bologna, 2003.
- J. DAVID – D.J. BALDING, *Weight-of-evidence for Forensic DNA Profiles*, 2005, 148, 32.
- L. D'AURIA, *Prova penale scientifica e "giusto processo"*, in *Giust. pen.*, 2004, I, 20.
- A. DE CARO, *Libertà personale e sistema processuale penale*, Napoli, 2000, 192.
- , «*Libertà personale, (profili costituzionali)*», in *Digesto/pen.*, Agg., I, Torino, 2005, 830.
- L. DE CATALDO NEUBURGER, *Esame e controesame nel processo penale*, Padova, 2000.
- L. DE CATALDO NEUBURGER (a cura di), *La prova scientifica nel processo penale*, Padova, 2007.
- G. DE LEO, *Indagini genetiche: subito una nuova legge per una concreta risposta alla criminalità*, in *Guida dir.*, 2000, n. 40, 12.
- J. DELLA TORRE, *Il lungo cammino della giurisprudenza italiana sull' "oltre ogni ragionevole dubbio"*, in [www.dirittopenalecontemporaneo.it](http://www.dirittopenalecontemporaneo.it).
- , *Il "teorema di Bayes" fa capolino al Tribunale di Milano*, in [www.dirittopenalecontemporaneo.it](http://www.dirittopenalecontemporaneo.it).
- DEL MIGLIO-GENTILOMO-PICCININI-D'AURIA, *Dal prelievo coattivo alla banca dati dei profili genetici*, in *Riv. it. med. leg.*, 2007, p. 61.
- G.M. DEMBINSKI, C.J. PICARD, *Evaluation of the IrisPlex DNA-based eye color prediction assay in a United States population*, in *Forensic Sci. Int.-Genet.* 2014; 9: 111–117.
- V. DENTI, *Scientificità della prova e libera valutazione del giudice*, in *Riv. dir. proc.*, 1972, 414.
- F. DE STEFANO, A. BONSIGNORE, C. VIAZZI, *La scelta dei consulenti e dei periti per gli accertamenti genetico*, in *Rivista Italiana di Medicina Legale (e del Diritto in campo sanitario)*, fasc.1, 2016, 285.
- G. DI CHIARA, *Libertà personale dell'individuo e presunzione di non colpevolezza*, in *Fiandaca-Di Chiara, Una introduzione al sistema penale*, Napoli, 2003, 304-305.

- A. DIDONE, *La c.d. «Legge Pecorella» e i giudizi pendenti in cassazione: prime riflessioni*, in *Cass. pen.* 2006, 391.
- DIEGOLI, TONI M., *Forensic typing of short tandem repeat markers on the X and Y chromosomes*, *Forensic Science International: Genetics*, 2015, Volume 18, 140 – 151.
- F.R. DINACCI, *Regole di giudizio (dir. pen. proc.)*, in *Digesto delle discipline penalistiche*, Torino, X Agg., 2013.
- G.P. DOLSO, *Libertà personale e prelievi ematici coattivi*, in *Giur. Cost.*, 3222.
- R. DOMINICI, *Prova del DNA*, in *Leggi d’Italia legale*, 1995.
- O. DOMINIONI, *La prova penale scientifica. Gli strumenti scientifico-tecnici nuovi o controversi e di elevata specializzazione*, Milano, 2005.
- , *In tema di nuova prova scientifica*, in *Dir. pen. proc.*, 2001, 1065.
- , *L’ammissione della nuova prova penale scientifica*, in *Dir. pen. proc.*, Dossier 2008, 21.
- , *L’esperienza italiana di impiego della prova scientifica nel processo penale*, in *Dir. pen. proc.*, 2015, 5, 605.
- A. DONDI, *Paradigmi processuali ed “expert witness testimony” nel diritto statunitense*, in *Riv. trim. dir. proc. civ.*, 1996, 264.
- , *Problemi di utilizzazione delle “conoscenze esperte” come “expert witness testimony” nell’ordinamento statunitense*, in *Riv. trim. dir. proc. civ.*, 2001, 1141;
- G. DROR, G. HAMPIKIAN, *Subjectivity and bias in forensic DNA mixture interpretation*, in *Sci. Justice*, 51 (4) (2011), 204-208.
- L. ELIA, *Libertà personale e misure di prevenzione*, Milano, 1962, p. 29 ss., 67 ss., 73.
- , *Le misure di prevenzione tra l’art. 13 e l’art. 25 Cost.*, in *Giur. cost.*, 1964, p. 949 s.
- I.W. EVETT, B.S. WEIR, (1998) *Interpreting DNA evidence: statistical genetics for forensic scientist*, Sunderland, MA.
- A. FALLONE, *Il processo aperto: il principio di falsificazione oltre ogni ragionevole dubbio nel processo penale*, Milano 2012.
- , *Il principio di falsificazione oltre ogni ragionevole dubbio tra legittimità e merito*, in *Dir. pen. proc.*, 2013, 7, 843.
- A. FAMIGLIETTI, *Il diritto alla riservatezza o la riservatezza come diritto*, in *Aa. Vv., Biotecnologie e valori costituzionali*, A. D’ALOIA, Torino, 2005.
- C. FANUELE, *Note di diritto straniero e comparato l’indagine genetica nell’esperienza italiana ed in quella inglese*, in *Riv. it. e proc. pen.*, 2006, 2, 732.
- , *Dati genetici e procedimento penale*, Padova, 2009, 66.
- , *La prova genetica: acquisire, conservare ed utilizzare i campioni biologici*, in *Dir. pen. proc.*, 2015, 1, 95 ss.



- R.K. FARMEN, R. JAGHØ, P. CORTEZ, E.S.FRØYLAND, *Assessment of individual shedder status and implication for secondary transfer*, in *Forensic Sci. Int. Genet. Suppl. Ser.*, 1(2008), 415-417.
- E. FASSONE, *Indizio*, in *Enc. dir.*, 1997, 634.
- P. FATTORINI et. al., *Estimating the integrity of aged DNA samples by CE*, in *Electrophoresis* (2009)30, 3986-3995.
- P. FATTORINI et al., *The molecular characterization of a depurinated trial DNA sample can be a model to understand the reliability of the results in forensic genetics*, in *Electrophoresis*, (2014)35, 3134-3144.
- P. FELICIONI, *L'esecuzione coattiva del prelievo ematico: profili problematici*, in *Cass. pen.*, 1997, 315 ss.
- , *Considerazioni sugli accertamenti coattivi nel processo penale: lineamenti costituzionali e prospettive di riforma*, in *Indice penale*, 1999, 526.
- , *Accertamenti sulla persona e processo penale. Il prelievo di materiale biologico*, Milano, 2007, 29 ss.
- , *Il prelievo di materiale biologico tra consenso e coazione*, in *Cass. pen.*, 2008, 9, 3450.
- , *Perquisizione, sequestro e prelievo di materiale biologico*, in *Giur. it.*, 2008, 2036
- , *L'Italia aderisce al Trattato di Prüm: disciplinata l'acquisizione e l'utilizzazione probatoria dei profili genetici*, in *Dir. pen. proc.*, Speciale Banche dati, 2009, n. 2.
- , *L'acquisizione di materiale biologico a fini identificativi o di ricostruzione del fatto*, in *Prelievo del DNA e banca dati nazionale*, Padova, 2009.
- , *Processo penale e prova scientifica: verso un modello integrato di conoscenza giudiziale*, in *Cass. pen.*, fasc.4, 2013, 1620.
- , *Il regolamento di attuazione della banca dati nazionale del DNA: scienza e diritto si incontrano*, in *Dir. pen. proc.*, 2016, 6, 736.
- , *Accertamenti sulla persona*, in *Dig. pen.*, 2016.
- L. FENG, C. XU, X. ZENG, H. ZHANG, F. YANG, W. LI et al. *Y-chromosomal haplotyping of single sperm cells isolated from semen mixtures – a successful identification of three perpetrators in a multi-suspect sexual assault case*, *Croat. Med. J.* 2014; 55: 537–541.
- A. FERRARO, *Il prelievo ematico coatto e la violenza lecita*, in *Cass. pen.*, 1986, 868.
- J. FERRER BELTRÀ, *La valutazione razionale della prova*, Milano, 2012.
- P. FERRUA, *Il giudizio penale, fatto e valore giuridico*, in *Aa.Vv.*, *La prova nel dibattimento penale*, I ed., Torino, 1999, 210.
- , *Il libero convincimento del giudice penale: i limiti legali*, in *Aa. Vv.*, *Il libero convincimento del giudice penale. Vecchie e nuove esperienze*, Milano, 2004, 61.
- , *Impugnazioni. Cassazione a rischio paralisi*, in *Dir. Giust.*, 2005, 36, 107.
- , *Metodo scientifico e processo penale*, in *Dir. pen. proc.*, 2008, 17.

- , *Il giudizio penale: fatto e valore giuridico*, in P. FERRUA, F.M. GRIFANTINI, G. ILLUMINATI, R. ORLANDI, *La prova nel dibattimento penale*, 6a ed., Torino 2010, 381.
- , *Il controllo della Cassazione sulla motivazione*, in "L'operazione decisoria" da emanazione divina alla prova scientifica. Passando per Rabelais, L. DE CATALDO NEUBURGER (a cura di), Milano, 2014.
- , *La prova nel processo penale*, vol. I, *Struttura e procedimento*, Torino, 2015.
- L. FILIPPI, *Misure urgenti per il contrasto del terrorismo internazionale. Le disposizioni processuali*, in *Dir. pen. proc.*, 2005, p. 1212 s.
- M. FINNEBRAATEN, T. GRANÉR, P. HOFF-OLSEN, *May a speaking individual contaminate the routine DNA laboratory?*, in *Forensic Sci. Int.: Genet. Suppl. Ser.*, 1( 1) ( 2008) , 421- 422.
- F. FOCARDI, *La consulenza tecnica extraperitale delle parti private*, Padova, 2003.
- A.E. FONNELØP, T. EGELAND, P. GILL, *Secondary and subsequent DNA transfer during criminal investigations*, in *Forensic Sci. Int. Genet.*, 17 (2015), 155-162.
- C. GABRIELLI, «Accertamenti medici» dai confini troppo incerti, in *Guida al diritto*, 2009, n. 30, 72.
- , *La decisione del "prelievo" torna al giudice*, in *Guida al diritto*, 2009, n. 30, 68.
- , *Il prelievo coattivo a fini peritali*, in *Giur. it.*, 2010, 1227.
- , *Il prelievo coattivo di campioni nel sistema penale*, Torino, 2012.
- , *Ancora nulla di fatto in tema di acquisizione di reperti biologici e garanzie processuali. Spunti per una ineludibile rimeditazione legislativa della disciplina*, in *Giur. Cost.*, fasc.3, 2016, pag. 0968D.
- S. GALEOTTI, *Rilievi segnaletici e restrizioni della libertà personale*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 1962, p. 864 s.
- GALGANI-LUCCHINI, *Commento all'art. 10 del d.l. 144 del 2005*, in *Leg. pen.*, 2005, p. 511.
- P. GARBOLINO, *Nuovi strumenti logici e informatici per il ragionamento giudiziario: le reti bayesiane*, in *Cass. pen.*, 2007, 326.
- , *Il ragionevole dubbio e la teoria bayesiana della decisione*, in *Cass. pen.*, 2009, 1299 s.
- , *Probabilità e logica della prova*, Milano, 2014, 263.
- , *A cosa serve il teorema di Bayes? Replica a Michele Taruffo*, in *Riv. Dir. Proc.*, 2016, 4-5, 1127.
- V. GAROFOLI, *I nuovi standards valutativi e gli epiloghi decisori nel giudizio*, in Aa. Vv., *La nuova disciplina delle impugnazioni dopo la "legge Pecorella"*, a cura di Gaito, Torino, 2006, 77.
- L. GEDDES, *Fallible DNA evidence can mean prison or freedom*, in *New Sci.*, 207 (2773) (2010), 8-11.

- G. GENNARI, *Identità genetica e diritti della persona*, in *Riv. crit. dir. priv.*, 2005, p. 635.
- , *La istituzione della banca dati del DNA ad uso forense: dalla privacy alla sicurezza*, in *Prelievo del DNA e banca dati nazionale*, A. SCARCELLA (a cura di), Padova, 2009, 71.
- MARK B. GERSTEIN et al., *What Is a Gene, Post-ENCODE? History and Updated Definition*, 17 *Genome Res.* 669 (2007).
- K.B. GETTINGS et al., *D.S. A 50-SNP assay for biogeographic ancestry and phenotype prediction in the US population*, in *Forensic Sci. Int.-Genet.* 2014; 8: 101–108.
- M. GIACCA, *In tema di prelievo ematico coatto: brevi note a margine della sentenza della Corte cost. n. 238 del 1996*, in *Riv. it. dir. e proc. pen.*, 1997, 602.
- P. GILL, *An assessment of the utility of single nucleotide polymorphisms (SNPs) for forensic purposes*, *Int. J. Legal Med.* 2001; 114: 204–210.
- , *Mixture Workshop Conducted in Annapolis, Maryland in July 1998*.
- , *Application of low copy number DNA profiling*, in *Croat. Med. J.*, 42 (3) (2001), 229-232.
- , *Role of short tandem repeat DNA in forensic casework in the UK – past, present, and future perspectives*, in *Biotechniques*, 32( 2002) 366-368, 370, 372.
- P. GILL, J. WHITAKER, C. FLAXMAN et al. (2000) *An investigation of the rigor of interpretation rules for STRs derived from less than 100 pg of DNA*, in *Forensic Sci Int.* 2000, 112(1):17-40.
- P. GILL, L. FEREDAY, N. MORLING, P.M. SCHNEIDER, *The evolution of DNA databases-Recommendations for new European STR loci*, *Forensic Sci. Int.*, 156 (2006), pp. 242-244.
- P. GILL, C.H. BRENNER, J.S. BUCKLETON, A. CARRACEDO, M. KRAWCZAK, W.R. MAYR, N. MORLING, M. PRINZ, P.M. SCHNEIDER, B.S. WEIR, *DNA Commission of the International Society of Forensic Genetics: recommendations on the interpretation of mixtures*, in *Forensic Sci. Int.* 2006; 160: 90–101.
- P. GILL, et al., *DNA commission of the International Society of Forensic Genetics: recommendations on the evaluation of STR typing results that may include drop-out and/or drop-in using probabilistic methods*, in *Forensic Sci. Int. Genet.* 2012; 6: 679–688.
- P. GILL, H. HANED, *A new methodological framework to interpret complex DNA profiles using likelihood ratios*, in *For. Sci. Int. Genet.*, 7 (2013), 251-263.
- F. GIUNCHEDI, *Gli accertamenti tecnici irripetibili (tra prassi devianti e recupero della legalità)*, Torino, 2009, 11.
- F. GIUNTA, *Questioni scientifiche e prova scientifica*, in *Criminalia*, 2014, 566.
- , *Questioni scientifiche e prova scientifica tra categorie sostanziali e regole di giudizio*, in *Prova scientifica, ragionamento probatorio e decisione giudiziale*, M. BERTOLINO - G UBERTIS (a cura di), Napoli, 2015.

- D. GOODSTEIN, *How Science work*, in *Reference Manual on Scientific Evidence: Third Edition*, 37 s. (consultabile all'indirizzo [www.nap.edu/13163](http://www.nap.edu/13163)).
- M. GORAY, E. EKEN, R.J. MITCHEL, et al., *Secondary DNA transfer of biological substances under varying test conditions*, in *Forensic Sci. Int. Genet.* 2010; 4: 62–67.
- M. GORAY, R.A.H.VAN OORSCHOT, *The complexities of DNA transfer during a social setting*, in *Legal Medicine*, 2015, Volume 17, Issue 2, 82-91.
- F. GRIFANTINI, Art. 190, in G. CONSO – V. GREVI, *Commentario breve al codice di procedura penale*, Padova, 2005, 539 s.
- P. GROSSI, *Inviolabilità dei diritti*, in *Enc. Dir.*, vol. XXII, Milano, 1972.
- P. GUALTIERI, *Diritto di difesa e prova scientifica*, in *Scienza e processo penale. Nuove frontiere e vecchi pregiudizi*, C. CONTI (a cura di), Milano, 2011.
- S. HAACK, *Truth and Justice, Inquiry and Advocacy*, Science and Law, 2004, in *Ratio Juris*, 17.
- A.HALL, J. BALLANTYNE, *Novel Y-STR typing strategies reveal the genetic profile of the semen donor in extended interval post-coital cervicovaginal samples*, *Forensic Sci. Int.* 2003; 136: 58–72.
- J.P. HAN, F.YANG, C. XU, Y.L. WEI, X.C. ZHAO, L. HU et al. *A new strategy for sperm isolation and STR typing from multi-donor sperm mixtures*, *Forensic Sci. Int. Genet.* 2014; 13: 239–246
- H. HANED, P. GILL, K. SLOOTEN, *Exploratory data analysis for the interpretation of low template DNA mixtures*, in *Forensic Sci. Int. Genet.*, 6 (2012), pp. 762-774.
- H. HANED et al., *Validation of probabilistic genotyping software for use in forensic DNA casework: Definitions and illustrations*, in *Sci. Justice*, (2016)56/2, 104-108.
- G.H. HARDY, *Mendelian proportion in a mixed population*, in *Science* 28, 1908, 41-50.
- R. HOOKE, *Micrographia*. Londra, 1665.
- F.M. IACOVIELLO, *Motivazione della sentenza penale*, in *Enc. dir.*, 2000, p. 750.
- , *Lo standard probatorio dell'al di là di ogni ragionevole dubbio e il suo controllo in Cassazione*, in *Cass. pen.*, 2006, 3857.
- G. ILLUMINATI, *Aspetti costituzionali del ritiro del passaporto come misura cautelare nel processo penale*, in *Giur. cost.*, 1975, p. 1169
- S. JASANOFF, *La scienza davanti ai giudici*, Milano, 2001.
- , *Just Evidence: The Limits Science in the Legal Process*, in *Jurnal of Law, Medicine & Ethics*, 2006, 34.
- A.J. JEFFREYS, V. WILSON, S.L. THEIN, *Individuals specific fingerprints of human DNA*, *Nature* 316, 76-79, 1985.
- M.A. JOBLING, C. TYLER-SMITH, *The human Y chromosome: an evolutionary marker comes of age*, *Nat. Rev. Genet.* 2003; 4: 598–612.

- M.A. JOBLING, A. PANDYA, C. TYLER-SMITH, *The Y chromosome in forensic analysis and paternity testing*, *Int. J. Legal Med.* 1997; 110: 118–124.
- DAVID H. KAYE- GEORGE SENS ABAUGH, *Reference Manual on Scientific Evidence, Reference Guide on DNA Identification Evidence*, Third Edition, 129, consultabile all'indirizzo [www.nap.edu/13163](http://www.nap.edu/13163).
- M. KAYSER, P. DE KNIJFF, *Improving human forensics through advances in genetics, genomics and molecular biology*, in *Nat. Rev. Genet.* 2011; 12: 179–192.
- D. KAHNEMAN, *Thinking, Fast and Slow*, ed. it.: *Pensieri lenti e veloci*, trad. di L. SERRA, Milano, 2012, 179-171.
- M. KAYSER, A. CAGLIÀ, D. CORACH, N. FRETWELL, C. GEHRIG, G. GRAZIOSI, et al., *Evaluation of Y-chromosomal STRs: a multicenter study*, (141-149) *Int. J. Legal Med.* 1997; 110 (3): 125–133.
- H. KELLY, J-A. BRIGHT, J.S. BUCKLETONA, J.M. CURRANB, *A comparison of statistical models for the analysis of complex forensic DNA profiles*, in *Science & Justice*, Volume 54, Issue 1, 2014, 66-70.
- P. C. KELSEY et al., *Production of high-fidelity electropherograms results in improved and consistent DNA interpretation: Standardizing the forensic validation process*, in *Forensic Science International: Genetics*, 2017, Volume 31, 160 – 170.
- C. KIMPTON, D. FISCHER, S. WATSON, et al., *Evaluation of an automated DNA profiling system employing multiplex amplification of four tetrameric STR loci*, *Int. J. Leg. Med.* 106, 302-311, 1994.
- R.C. KING; W.D. STANSFIELD; P.K. MULLIGAN, *A dictionary of genetics (7th ed.)*, Oxford University Press., 2006.
- R.E. KOSTORIS, *I consulenti tecnici nel processo penale*, Milano, 1993
- , *Alt ai prelievi di sangue coattivi*, in *Dir. pen. proc.*, 1996, 1095.
- , voce *Giudizio (dir. proc. pen.)*, in *Enc. giur. Treccani*, vol. XV, 1997, 9 s.
- , *Prelievi biologici coattivi*, in R.E. KOSTORIS – R. ORLANDI (a cura di), *Contrasto al terrorismo interno ed internazionale*, Torino, 2006, 335.
- , *Le modifiche al codice di procedura penale in tema di appello e di ricorso per cassazione introdotte dalla cd. «legge Pecorella»*, in *Riv. dir. proc.*, 2006, 642.
- G. LAGO, *Legge n. 85 del 2009 e banche dati nazionali del DNA a fini di giustizia: spunti di studio comparato con raccomandazioni internazionali*, in *Scienza e processo penale. Nuove frontiere e vecchi pregiudizi*, C. CONTI (a cura di), Milano, 2011.
- LANDER ES, et al., *Initial sequencing and analysis of the human genome*, in *Nature*, 2001, 409(6822):860-921.
- J. H. LANGBEIN, *The Origins of Adversary Criminal Trial*, Oxford, 2003, 261.

- V.J. LEHMANN, R.J. MITCHELL, KN BALLANTYNE , RAH VAN OORSCHOT, *Following the transfer of DNA: how far can it go?*, in *Forensic Sci. Int. Genet. Suppl. Ser.*,4( 2013), e53- e54.
- LIMING LI. e altri, *Genome-wide screening for highly discriminative SNPs for personal identification and their assessment in world populations*, *Forensic Science International: Genetics*, 2017, Volume 28 , 118 – 127.
- A. LINACRE, V. PEKAREK, Y.C. SWARAN, et al., *Generation of DNA profiles from fabrics without DNA extraction*, in *Forensic Sci. Int. Genet.* 2010; 4: 137–141.
- T. LINDAHL, *Instability and decay of the primary structure of DNA*, *Nature*, 1993; 362: 709–715.
- V. LIVIERO, *Il sopralluogo medico legale*, in Aa. Vv., *Scienze forensi. Teoria e prassi dell'investigazione scientifica*, M. Picozzi - A. Intini (a cura di), Milano, 2009, 45.
- L. LOMBARDO, *Prova scientifica e osservanza del contraddittorio nel processo civile*, in *Riv. dir. proc.*, 2002, 1083.
- , *La scienza ed il giudice nella ricostruzione giudiziale del fatto*, in *Riv. dir. proc.*, 2007, 51.
- S. LORUSSO, *Investigazioni scientifiche, verità processuale ed etica degli esperti*, in *Dir. pen. proc.*, 2010, 11, 1349.
- , *L'esame della scena del crimine nella contesa processuale*, in *Dir. Pen. e Processo*, 2011, 3, 261.
- A. LOWE, C. MURRAY, J. WHITAKER, G.TULLY, P. GILL, *The propensity of individuals to deposit DNA and secondary transfer of low level DNA from individuals to inert surfaces*, in *Forensic Science International*, 2002, Volume 129, Issue 1, 25-34.
- L. LUPÀRIA, *Le promesse della genetica forense e il disincanto del processualista. Appunti sulla prova del DNA nel sistema italiano*, in *Riv. it. med. Leg. (e del Diritto in campo sanitario)*, fasc.1, 2016,167.
- , *Probabilité et procès pénal à l'époque de la preuve adn*, in [www.dirittopenalecontemporaneo.it](http://www.dirittopenalecontemporaneo.it), 2017.
- A. MANNA, *I rapporti tra sapere scientifico e sapere giudiziario*, in *Cass. pen.*, 2009, 3633.
- V. MANZINI, *Trattato di diritto processuale penale*, Torino, 1970.
- V. MARCHESE - L. CAENAZZO - D. RODRIGUEZ, *Banca dati nazionale del dna: bilanciamento tra diritti individuali e sicurezza pubblica nella legge 30 giugno 2009*, n. 85, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 2013, fasc.4, 1863.
- G. MARINO, *Individuazione e prelievo di reperti utili per la ricerca del DNA: la Costituzione impone il contraddittorio?*, in *Diritto & Giustizia*, fasc.183, 2017, 6.
- F. MASTROPAOLO, *Prelievi di sangue a scopo probatorio e poteri del giudice*, *Riv. it. Med. Leg.*, 1987, 1081 ss.

- N. MAZZACUVA- G. PAPPALARDO, *Prelievo ematico coatto e accertamento della verità: spunti problematici*, in *Foro It.*, 1987, 717 ss.
- N. MAZZACUVA- G. PAPPALARDO, *Osservazioni in tema di prelievo ematico coattivo*, in *Ind. pen.*, 1999, p. 485 s.
- G. MEAKIN, A. JAMIESON, *DNA transfer: review and implications for casework*, in *Forensic Sci. Int. Genet.*, 7(2013), 434- 443.
- G. MEAKIN, A. JAMIESON, *A response to a response to Meakin and Jamieson DNA transfer: review and implications for casework*, in *Forensic Sci. Int. Genet.*, 22 (2016), pp. e5-e6.
- A. MELCHIONDA, *Aspetti problematici della perizia nell'istruzione formale*, in *Atti del Convegno nazionale di studio – I problemi della istruzione formale*, Bologna, 9-10 giugno 1973, Bologna, 1977.
- C. MINNELLA, *Prelievo DNA: non essendo atto invasivo, niente garanzie difensive*, in *Diritto e giustizia*, 2016, 89, 13.
- A. MITTONE, *Libero convincimento e sapere scientifico: riflessioni sulla perizia nel processo penale*, in *Quest. giust.*, 1983, 576 s.
- M. MONTAGNA, *Il sopralluogo*, in *Aa. Vv., le indagini atipiche*, A. SCALFATI (a cura di), Torino, 2014, 233.
- N. MORLING, I. BASTISCH, P. GILL, P.M. SCHNEIDER, *Interpretation of DNA mixtures- European consensus on principles* in *Forensic Sci. Int. Genet.* 2007; 1: 291–292.
- A. MURA, *Teorema di Bayes e valutazione della prova*, in *Cass. pen.*, 2004, 1808 ss.
- A. MUSUMECI, *La ratifica del Trattato di Prüm*, in *Banca dati del DNA e accertamento penale*, L. MARAFIORI- L. LUPARIA (a cura di), Milano, 2010
- Y. NAKAMURA, C. JULIER, R. WOLFF, et al., *Characterization of a human 'minisatellite' sequence*, *Nucleic Acids Res* 15, 2537-2547, 1987.
- A. NAPPI, *Sull'esecuzione coattiva della perizia ematologica*, in *Giur. Cost.*, 1996, 2150.
- G. NICOLUCCI, «*Identificazione personale*», in *Digesto/pen.*, Agg., Torino, 2005, 707 s.
- M. NOBILI, *Il principio del libero convincimento del giudice*, Milano, 1974.
- R. ORLANDO, Recensione a J. Q. WHITMAN, *The origins of reasonable doubt. Theological Roots of the Criminal Trial*, in *Quaderni fiorentini per la storia del pensiero giuridico moderno*, 2010, 738 s.
- A. PACE, *Libertà personale (diritto costituzionale)*, in *Enciclopedia del diritto*, vol. XXIV, Milano 1974.
- C.E. PALIERO, *Il ragionevole dubbio diventa criterio*, in *Guida dir.*, 2006, 73.
- M. PANZAVOLTA, *Accertamenti coattivi e tutela della libertà corporale nel processo penale*, Testo dell'intervento tenuto al convegno "Terrorismo internazionale e tutela dei

*diritti individuali*”, Università degli Studi di Urbino, 5-6 maggio 2006, aggiornato al maggio 2006.

V.L. PASCALI, *L'uso del dna-profiling nel procedimento penale: fatti e misfatti - dna profiling on trial in italy: deeds and misdeeds*, in *Riv. it. medicina legale e dir. sanitario*, fasc.6, 2011, 1339.

V.L. PASCALI, M. DOBOSZ, B. BRINKMANN, *Coordinating Y-chromosomal STR research for the Courts*, *Int. J. Legal Med.* 1999; 112: 1.

V. PASCALI, M. PRINZ, *Il lato nascosto dei profili del DNA. Artefatti, errori e prove incerte*, in *Forensic Sci. Int. Genet.* 2012 ; 6 : 775-777.

P. P. PAULESU, voce *Presunzione di non colpevolezza*, in *Dig. pen.*, vol. IX, 1995, 694.

A. PICCININI, *Accertamenti genetico-forensi: raccolta dei campioni, analisi di laboratorio, interpretazione dei risultati*, in *Elementi per una genetica forense*, a cura di Boem-Marelli, 2012, 78 s..

N. PINTOA, L. GUSMÃO, A. AMORIM, *Mutation and mutation rates at Y chromosome specific Short Tandem Repeat Polymorphisms (STRs): A reappraisal*, in *Forensic Science International: Genetics*, 2014, Volume 9, 20-24.

M. PISANI, *La tutela penale della “riservatezza”: aspetti processuali*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 1967, 787.

R. POLIDORI, *Prova indiziaria e giudizio di colpevolezza «oltre ogni ragionevole dubbio»*, in *Dir. pen. proc.*, 2014, 574 s.

R. POMEROY, G. DUNCAN, B. SUNAR-REEDER, E. ORTENBERG, M. KETCHUM, H. WASILUK, D. REEDER, *A low-cost, high-throughput, automated single nucleotide polymorphism assay for forensic human DNA applications*, in *Anal. Biochem.* 2009; 395: 61–67.

G. PONZANELLI, *Scienza, verità e diritto: il caso Bendectin*, in *Foro it.*, 1994, IV, 184 s.

K. POPPER, *The poverty of historicism (1944-45)*, trad. it., *Miseria dello storicismo*, Milano, 1997.

---, *Problemi, scopi e responsabilità della scienza*, in *Scienza e filosofia*, Torino, 1969.

---, *Logica della scoperta scientifica*, Torino, 1970-

---, *Congetture e confutazioni*, Bologna, 1972.

S. PRESCIUTTINI, R. DOMENICI, *La valutazione probabilistica della prova del DNA nella genetica forense*, in *Riv. it. di Medicina legale (e del Diritto in campo sanitario)*, 2016, 1, 268.

A. PRESUTTI, *L'acquisizione forzata dei dati genetici tra adempimenti internazionali e impegni costituzionali*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 2010, 556.

L. PRIETO et al., *EuroforGen-NoE collaborative on LRmix to demonstrate standardization of the interpretation of complex DNA profiles*, in *Forensic Sci. Int. Genet* (2014)9, 47-54.



- A. PULVIRENTI, *Un caso di mancato contraddittorio in tema di accertamenti tecnici irripetibili per l'analisi del DNA: nullità o inutilizzabilità?*, in *Proc. pen. giust.* 2014, n. 3, 51.
- T. RAFRACI, *Ricognizione informale dell'imputato e (pretesa) infungibilità delle forme probatorie*, in *Cass. pen.*, 1998, 1740.
- S. RENZETTI, *Gli accertamenti corporali coattivi: una questione irrisolta*, in *Cass. pen.*, 2006, 3557.
- , *La prova scientifica nel processo penale: problemi e prospettive*, in *Riv. Dir. Proc.*, 2015, 2, 399 ss.
- U. RICCI, *D.N.A. Oltre ogni ragionevole dubbio*, Firenze, 2016.
- , *l'accreditamento iso 17025:2005 nel laboratorio di genetica forense iso 17025:2005*, in *Rivista Italiana di Medicina Legale (e del Diritto in campo sanitario)*, fasc.1, 2014, 69
- U. RICCI – C. PREVIDERE' - P. FATTORINI – F. CORRADI, *La prova del DNA per la ricerca della verità. Aspetti giuridici, biologici e probabilistici*, Milano, 2006.
- P. P. RIVELLO, voce *Perito e perizia*, in *Dig. disc. pen.*, vol. IX, Torino, 1995, 470
- , *La prova scientifica*, Milano, 2014.
- C. ROBINO, *Diversità di metodi, diversità di risultati: margini di errore e variabili nell'esecuzione del test del DNA*, in *Nuove tecnologie e processo penale*, a cura di Chiavario, 2008.
- I. ROSONI, *Quae singula non prosunt collecta iuvant. La teoria della prova indiziaria nell'età medievale e moderna*, Milano, 1995.
- M. RUOTOLO, *Il prelievo ematico tra esigenze di accertamento del reato e garanzia costituzionale della libertà personale. Note a margine di un mancato bilanciamento tra valori*, in *Giur. Cost.*, 1996, 2151.
- , *Gli itinerari della giurisprudenza costituzionale in tema di libertà personale*, in *Quest. giust.*, 2004, 235 ss.
- M.J. SAKS, J.J. KOEHLER, *Il cambiamento di paradigma in arrivo nella scienza dell'identificazione forense*, (Trad. it.), in *Science*, 2005 ; 309 : 892-895.
- N. SALIMBENI, *Ragionevole dubbio e motivazione sulla prova indiziaria*, in *Dir. pen. proc.*, 2011, 2.
- G. SANTACROCE, *Prelievo coattivo del sangue a scopo probatorio e tutela della libertà personale*, in *Cass. pen.*, 1996, 3570.
- F. C. SANTORIELLO, *Indizi*, in *Dig. d. pen.*, 2013.
- A. SANTOSUOSSO – G. GENNARI, *Il prelievo coattivo di campioni biologici e i terzi*, in *Dir. pen. proc.*, 2007, 395.
- A. SCALFATI, *Consulenza tecnica (dir.proc.pen.)*, in *Enc. giur. Treccani*, VIII, 1997.
- , *La deriva scienziata dell'accertamento penale*, in *Processo penale e giustizia*, 2011.

- P.M. SCHNEIDER, R. FIMMERS, W. KEIL, G.MOLSBERGER, D. PATZELT, W. PFLUG, T.ROTHAMEL, H. SCHMITTER, H. SCHNEIDER, B.BRINKMANN, *The German Stain Commission: recommendations for the interpretation of mixed stains*, in *Int. J. Legal Med.*, 123 (2009), 1-5.
- E. SEGATEL, *Il rifiuto dell'imputato di sottoporsi a prelievi biologici*, in *Riv. dir. proc.*, 2007, 350 s.
- D. SIGNORI, *Passato e futuro nelle sentenze per l'omicidio di Meredith Kercher*, in *Dir. pen. proc.*, 6, 2015, 748 ss.
- I. SIMONSSON, P. MOSTAD, *Stationary mutation models*, in *Forensic Science International: Genetics*, 2016, Volume 23, 217-225.
- D. SIRACUSANO, *Studio sulla prova delle esimenti*, Milano, 1959, 58.
- H. SKALETISKY, T. KURODA-KAWAGUCHI, PJ. MINX et al., (2003) *The male-specific region of the human Y chromosome is a mosaic of discrete sequence classes*, *Nature* 423(6942):825–837.
- K. SLOOTEN, *Familial searching on DNA mixtures with dropout*, in *Science Forensic. Int. Genet*, 22( 2016 ), pp. 128-138.
- K.SLOOTEN, F.RICCIARDI, *Estimation of mutation probabilities for autosomal STR markers*, in *Forensic Science International: Genetics*, 2013, Volume 7, Issue 3, 337-344.
- B. SOBRINO, M. BRIÓN, A. CARRACEDO, *SNPs in forensic genetics: a review on SNP typing methodologies*, *Forensic Sci. Int.* 2005; 154: 181–194.
- G. SPANGHER, *L'azione di contrasto al terrorismo internazionale: le novità della legge n. 155 del 2005*, in *Studium iuris*, 2006, 41.
- G. SPANGHER, *Brevi riflessioni, sparse, in tema di prova scientifica*, in *Scienza e processo penale. Nuove frontiere e vecchi pregiudizi*, C. CONTI (a cura di), Milano, 2011.
- E. STEFANINI, *Dati genetici e diritti fondamentali. Profili di diritto comparato ed europeo*, Padova, 2008.
- F. STELLA, *Giustizia e modernità. La protezione dell'innocente e la tutela delle vittime*, Milano, 2001.
- F. STELLA-F.M. GALAVOTTI, «L'oltre il ragionevole dubbio» come standard probatorio. *Le infondate divagazioni dell'epistemologo Laudan*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 2005, 926 ss.
- M. STRAMAGLIA, *Prelievi coattivi e garanzie processuali*, in AA.VV., *Banca dati del DNA e accertamento penale* a cura di Marafioti, Luparia, Milano, 2010, 270.
- , *Il DNA: testimone invisibile o ordalia giudiziaria?*, IN L. MARAFIOTI - G. PAOLOZZI (a cura di), *'Incontri ravvicinati' con la prova penale*, Torino, 2014, 74.

- B.SZKUTA, M.L. HARVEY, K.N. BALLANTYNE, RAH VAN OORSCHOT, *The potential transfer of trace DNA via high risk vectors during exhibit examination*, in *Forensic Sci. Int.: Genet. Suppl. Ser.*, 4( 1) ( 2013) , e55- e56.
- B.SZKUTA, M.L. HARVEY, K.N. BALLANTYNE, RAH VAN OORSCHOT, *DNA transfer by examination tools – a risk for forensic casework?*, in *Forensic Science International: Genetics*, 2015, Volume 16, 246-254.
- P. TABERLET et al., *J. Reliable genotyping of samples with very low DNA quantities using PCR*, in *Nucleic Acids Res.* 1996; 24: 3189–3194.
- A. TAGLIABRACCI et al., *Introduzione alla genetica forense*, Milano, 2009.
- F. TAGLIARO-E. D'ALONA-F.P.SMITH, *L'ammissibilità della prova scientifica in giudizio e il superamento del Frye standard: note sugli orientamenti negli Usa successivi al caso Daubert v. Merrel Down Pharmaceuticals, Inc.*, in *Riv. it. med. leg.*, 2000, p. 719.
- M. TARUFFO, *Studi sulla rilevanza della prova*, Padova, 1970.
- , *Libero convincimento del giudice (Dir. Proc. Civ.)*, in *Enc. Giur.*, vol. XVIII, Roma 1990.
- , *La Prova dei fatti giuridici. Nozioni generali*, Milano, 1992.
- , *Le prove scientifiche nella recente esperienza statunitense*, in *Riv. trim. dir. proc. civ.*, 1996, 233.
- , *Considerazioni su scienza e processo civile*, in *Aa. Vv., Scienza e diritto nel prisma del diritto comparato*, COMADE' - PONZANELLI (a cura di), Milano, 2004, 492;
- , *La prova scientifica nel processo civile*, in *Riv. trim. dir. proc. civ.*, fasc.4, 2005, 1110.
- , *La semplice verità. Il giudice e la costruzione dei fatti*, Roma-Bari, 2009.
- , *Fatto prova e verità (alla luce del principio dell'oltre ogni ragionevole dubbio)*, in *Criminalia*, Pisa 2009, 311.
- , *Note sparse su probabilità e logica della prova*, in *Riv. trim. dir. proc. civ.* 2014, 1507 ss.
- D. TAYLOR, *Using continuous DNA interpretation methods to revisit likelihood ratio behaviour*, in *Forensic Science International: Genetics*, 2014, Volume 11, 144-153.
- D. TAYLOR et al., *The interpretation of single source and mixed DNA profiles*, in *Forensic Science International: Genetics*, 2013, Volume 7 , Issue 5 , 516 – 528.
- D. TAYLOR, J.A. BRIGHT, J. BUCKLETON, *Interpreting forensic DNA profiling evidence without specifying the number of contributors*, in *Forensic Sci. Int. Genet.*, 13 (2014), 269-280.
- D. TAYLOR et al., *Helping to distinguish primary from secondary transfer events for trace DNA*, in *Forensic Science International: Genetics*, 2017, Volume 28, 155-177.
- V. THOMPSON, *Painting the Target around the Matching Profile: The Texas Sharpshooter Fallacy in Forensic DNA Interpretation*, in *Law Probability and the Risk*, 2009, vol. 8, 257.

- P. TONINI, *Prova scientifica e contraddittorio*, in *Dir. pen. proc.*, 2003, 1459.
- , *Il diritto penale tra vincoli di realtà e sapere scientifico*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 2006, 802.
- , *Progresso tecnologico, prova scientifica e contraddittorio*, in *La prova scientifica nel processo penale*, P. TONINI (a cura di), 2008.
- , *Accertamento del fatto e informazioni genetiche: un difficile bilanciamento*, in *Dir. pen. proc.*, 2009, speciale n. 2, p. 3.
- , *Manuale di procedura penale*, X ed., Milano 2009, 232.
- , *Procedura penale*, 11<sup>a</sup> ed., Milano, 2010, 484.
- , *Informazioni genetiche e processo penale ad un anno dalla legge*, in *Dir. pen. proc.*, 2010, 887.
- , *Dalla perizia prova neutra al contraddittorio sulla scienza*, in *Scienza e processo penale. Nuove frontiere e vecchi pregiudizi*, C. CONTI (a cura di), Milano, 2011.
- , *Dalla perizia "prova neutra" al contraddittorio sulla scienza*, in *Dir. pen. proc.*, 2011, 3, 362-363.
- , *Considerazioni su diritto di difesa e prova scientifica*, in *Archivio Penale*, 2011, 828.
- , *La Cassazione accoglie i criteri di Daubert sulla prova scientifica. Riflessi sulla verifica delle massime di esperienza*, in *Dir. pen. proc.*, 2011, 11, 1341 s.
- , *Nullum iudicium sine scientia. Cadono vecchi idoli nel caso Meredith Kercher*, in *Dir. pen. proc.*, 2015, 11, 1410.
- , *Manuale di procedura penale*, Milano, 2015, 572
- P. TONINI - C. CONTI, *Il diritto delle prove penali*, Milano, 2014.
- P. TONINI - C. CONTI, *Il processo di Perugia tra conoscenza istintuale e scienza del dubbio*, in *Arch. pen.*, 2012, n. 2, pp. 1 s.
- P. TONINI - D. SIGNORI, *Il caso Meredith Kercher*, in C. CONTI (a cura di), *Processo mediatico e processo penale*, cit., pp. 135 s.
- F. TRAVERSO, *Il diritto alla controprova nei rapporti con la perizia*, in *Dir. pen. proc.*, 1998, 598.
- L. TRIBE, *Trial by mathematics: precision and ritual in the legal process*, in *Harvard Law Review*, 1971, trad. it., in AA. VV., *I saperi del giudice*, a cura di F. Stella, Milano 2004, 181 ss.
- G. TUZET, *Filosofia della prova giuridica*, II ed., Torino, 2016.
- W. TWINING, *Rethinking Evidence. Exploratory Essays*, II ed., Evanston, Illinois, 1994.
- G. UBERTIS, *La prova penale. Profili giuridici ed epistemologici*, Torino, 1995.
- , *La prova scientifica e la nottola di minerva*, in G. UBERTIS, *Argomenti di procedura penale*, II, 2006.

- , *Fatto prova e verità (alla luce del principio dell'oltre ogni ragionevole dubbio)*, in *Criminalia*, 2009, 327.
- , *Il giudice la scienza e la prova*, in *Cass. pen.*, 2011, 4113.
- G. UMANI RONCHI, *Marcia indietro sul test del Dna: così si allargano le maglie dell'impunità*, in *Guida dir.*, 1996, 67.
- G. UMANI RONCHI, C. VECCHIOTTI, *Il laboratorio di medicina legale*, Roma, 1994.
- P.A. UNDERHILL, P. SHEIN, A.A.LIN, e al., *Y chromosome sequence variation and the history of human populations*, *Nat Genet* 26, 358-361, 2000.
- C. VALENTINI, *I poteri del giudice dibattimentale nell'ammissione della prova*, Padova, 2004, 224.
- R. VALLI, *Il prelievo ematico coattivo per l'accertamento dei reati di lesioni e omicidio stradale colposi*, in [www.dirittopenalecontemporaneo.it](http://www.dirittopenalecontemporaneo.it), ottobre 2017.
- R.A.H. VAN OORSCHOT, M.J. JONES, *DNA fingerprints from fingerprints*, in *Nature*, 387 (1997), 767.
- R.A.H. VAN OORSCHOT, M. GORAY, E. EKEN, E. et al., *Impact of relevant variables on the transfer of biological substances*, in *Forensic Sci. Int. Genet.* 2009; : 547–548.
- G. VASSALLI, *La libertà personale nel sistema delle libertà costituzionali*, in *Scritti giuridici in memoria di Piero Calamandrei*, V, Padova, 1958.
- T. J. VERDON et al., *Evaluating the efficiency of DNA extraction methods from different substrates*, in *Forensic Science International: Genetics Supplement Series* , 2011, Volume 3 , Issue 1 , 93 - 94.
- T. J. VERDON, et al , *The influence of substrate on DNA transfer and extraction efficiency*, in *Forensic Science International: Genetics*, 2013, Volume 7 , Issue 1 , 167 – 175.
- D. VICOLI, *Riflessioni sulla prova scientifica: regole inferenziali, rapporti con il sapere comune, criteri di affidabilità*, in *Riv. it. medicina legale*, 2013, 3, 1239 s.
- D. VIGONI, *Corte costituzionale e prelievo ematico coattivo*, in *Riv. it. dir. e proc. pen.*, 1996, 1022.
- A. VITALE, voce *Indizio*, in *Dig. Disc. Pen.*, III, Torino, 2005, 758.
- VOLTAIRE, *Commentaire sur le livre des delits et des peines*, 1766, in *Oeuvres completes*, Paris, 1785-1789, vol. XXIX.
- T. WALDMAN, *Origins of the legal doctrine of reasonable doubt*, in *Journal of the History of Ideas*, 1959, 299.
- S. WALSH, et al. *Developmental validation of the HIrisPlex system: DNA-based eye and hair colour prediction for forensic and anthropological usage*, in *Forensic Sci. Int.-Genet.* 2014; 9: 150–161.
- J. D. WATSON, F. H. C. CRICK, *Molecular structure of nucleic acids*, in *Nature*, 1953, 171, 737-738.

D.G. WANG, et al., *Large-scale identification, mapping, and genotyping of single-nucleotide polymorphisms in the human genome*, *Science*, 1998; 280: 1077–1082.

J.L. WEBER, P.E. MAY, *Abundant class of human DNA polymorphisms which can be typed using polymerase chain reaction*, *Am J Hum Genet* 44, 388-396, 1989.

J. Q. WHITMAN, *The origins of reasonable doubt. Theological roots of the criminal trial*, New Haven-London, 2008.

C. ZAZA, *Il ragionevole dubbio nella logica della prova penale*, Milano, 2008.

#### SITI WEB

[www.cstl.nist.gov/biotech/strbase/var\\_tab.htm](http://www.cstl.nist.gov/biotech/strbase/var_tab.htm)

[www.nap.edu/13163](http://www.nap.edu/13163)

[www.fbi.gov/aboutus/lab/forensicsciencecommunications/fsc/july2004/index.htm/standards/2004\\_03\\_standards03.htm](http://www.fbi.gov/aboutus/lab/forensicsciencecommunications/fsc/july2004/index.htm/standards/2004_03_standards03.htm)

*Y-STR Haplotype Reference Database – YHRD*, [www.yhrd.org](http://www.yhrd.org)

*Scientific Working Group on DNA Analysis Methods Y-STR Subcommittee, Report on the Current Activities of the Scientific Working Group on DNA Analysis Methods Y-STR Subcommittee, Forensic Sci. Commun.* 6 (2004), consultabile al sito [www.fbi.gov/aboutus/lab/forensicsciencecommunications/fsc/july2004/index.htm/standards/2004\\_03\\_standards03.htm](http://www.fbi.gov/aboutus/lab/forensicsciencecommunications/fsc/july2004/index.htm/standards/2004_03_standards03.htm)

SWGDM, 2010 *SWGDM interpretation guidelines for autosomal STR typing by forensic DNA testing laboratories*; consultabile all'indirizzo [www.fbi.gov/about-us/lab/codis/swgdam.pdf](http://www.fbi.gov/about-us/lab/codis/swgdam.pdf).

[www.empop.org](http://www.empop.org)

[www.chrx-str.org](http://www.chrx-str.org)

[www.fbi.gov/about-us/lab/codis/swgdam.pdf](http://www.fbi.gov/about-us/lab/codis/swgdam.pdf).

G. CANZIO, *La motivazione della sentenza e la prova scientifica: “reasoning by probabilities”*, in occasione della Conferenza del 13 gennaio 2017, Accademia Nazionale dei Lincei, consultabile al sito: <https://www.youtube.com/watch?v=gInLaW6crVg>.

